



***КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ  
ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С  
ПОМОЩЬЮ СВОБОДНОПОРШНЕВЫХ  
ДВИГАТЕЛЕЙ (СПД)***

***ПК НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ЭКИП»***

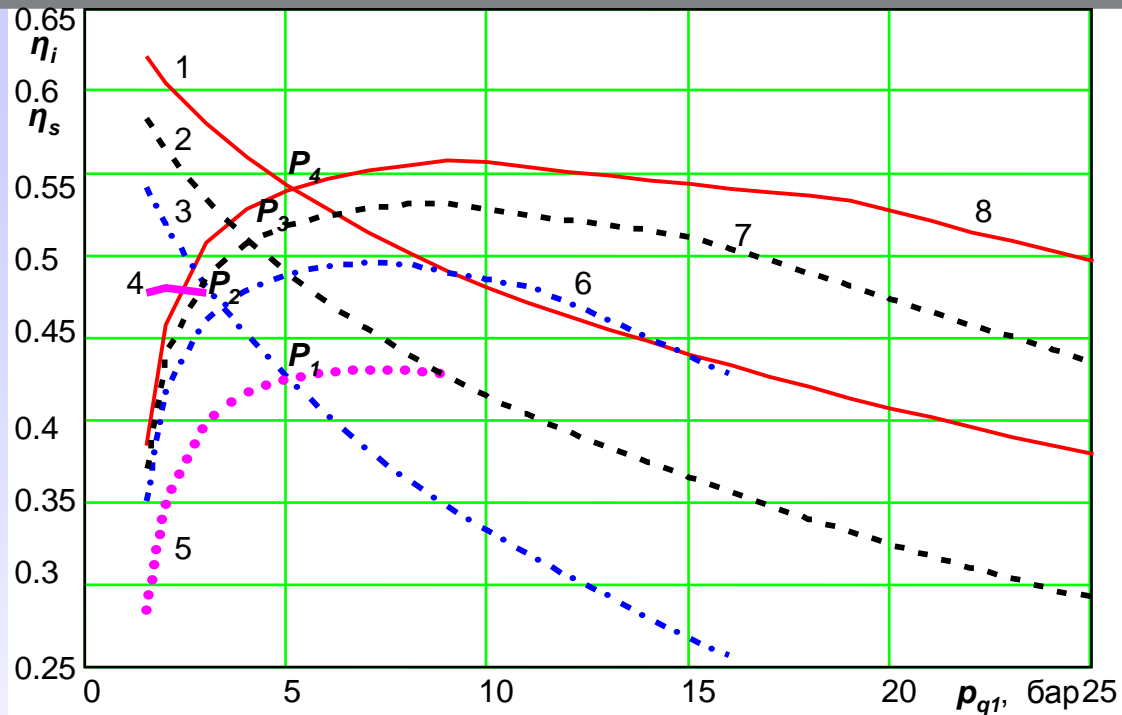
*111020 Москва, ул. Солдатская, д.3., тел.: (495) 660-02-93, факс: (495) 660-02-91*

*<http://www.ekip-projects.ru>*

*E-mail: [ekip-moscow@mtu-net.ru](mailto:ekip-moscow@mtu-net.ru)*



# Диаграмма возможных параметров силовой установки в зависимости от давления в газосборнике



▼ - точка номинального режима СПГГ GS-34.  
 $P_1, \dots, P_4$  – точки перехода с двигательного режима на генераторный.

## Зависимости индикаторного КПД ( $\eta_i$ ):

1 – дизеля с переменной степенью сжатия при  $r_{max} = 45$  МПа, 2 -  $r_{max} = 25$  МПа, 3 -  $r_{max} = 14$  МПа, 4 – дизеля с фиксированной степенью сжатия при  $r_{max} = 14$  МПа.

Зависимости адиабатного КПД ( $\eta_s$ ) СУ, работающей в генераторном режиме (определяется как отношение работы адиабатного расширения продуктов сгорания к теплоте, внесенной с топливом):

5 – СПГГ типа ОР-95 при  $r_{max} = 14$  МПа,

6, 7 и 8 - современных СПД при  $r_{max} = 14$  МПа, 25 МПа и 45 МПа соответственно.

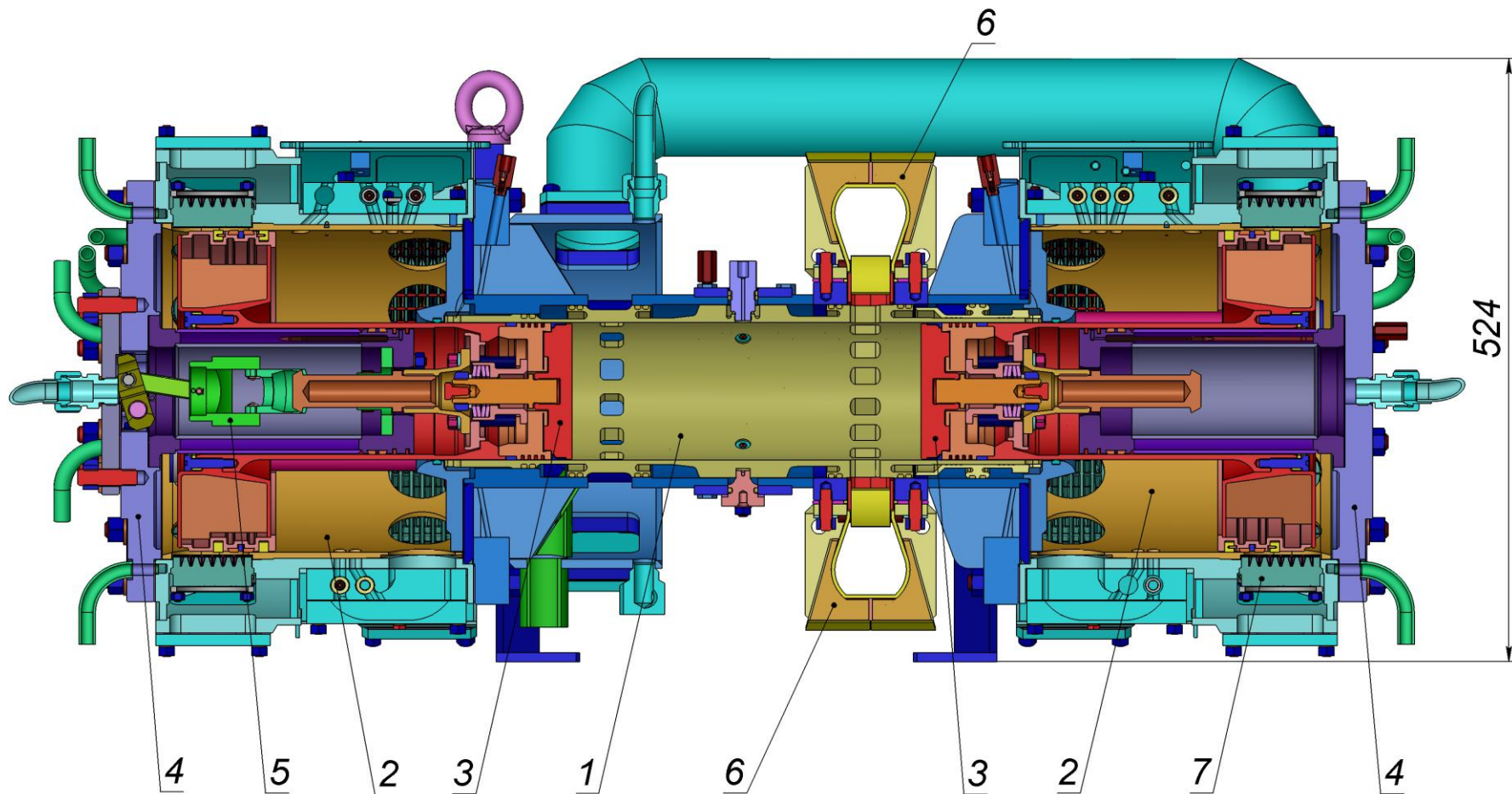


# Преимущества СПД

- организация и условия протекания рабочего процесса в СПД обеспечивают высокие КПД и динамические показатели при отсутствии дымления (сажи) (преимущества свободного поршня в дизеле заключаются в оптимальном теплоподводе, отсутствии ограничений на жесткость и максимальное давление цикла, высокий механический КПД, незначительный (до 10%) провал коэффициента избытка воздуха при набросе нагрузки);
- **МНОГОТОПЛИВНОСТЬ**, возможность применения низкосортных альтернативных топлив и **газов произвольного состава**, включая сбросные и тощие (содержание метана более 10 – 20 % без потери мощности) **с воспламенением от сжатия**;
- динамическая уравновешенность, отсутствие вибраций и фундамента;
- низкие затраты при эксплуатации и ремонте;
- высокие пусковые качества при низких температурах;
- возможность отключения одного или нескольких СПД без остановки остальных;
- возможность повышения давления наддува и максимального давления сгорания;
- простота, надежность и технологичность конструкции;
- удобство компоновки в пространстве. Модульный принцип компоновки.



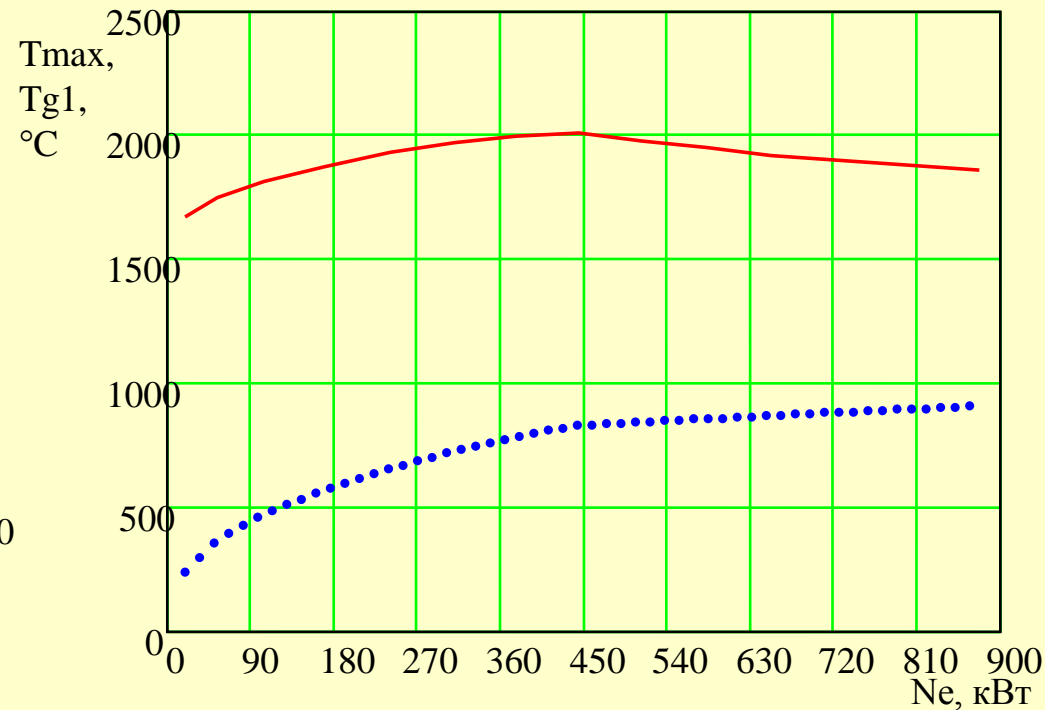
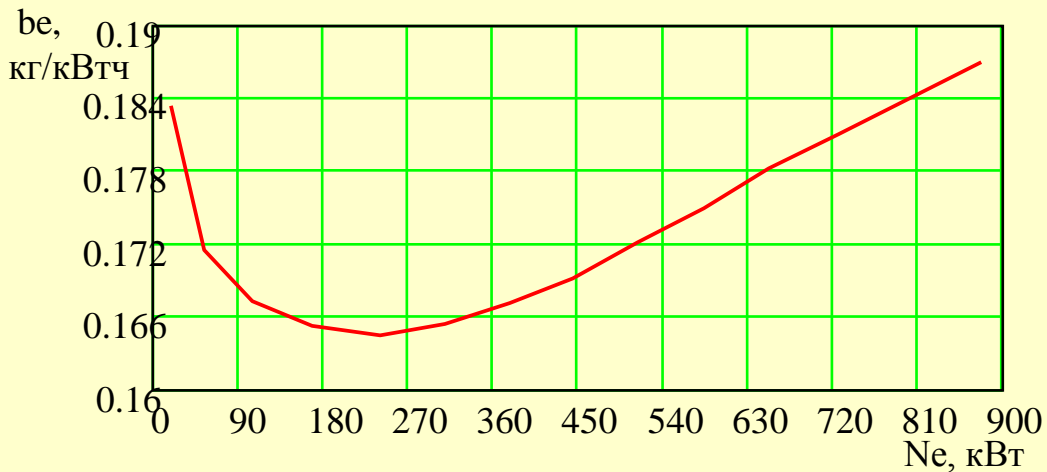
# Компрессорный СПД 1МП120



1-остов, 2-компрессоры, 3-поршни, 4-буферные крышки, 5-механизм пуска, 6-выхлопные патрубки, 7-клапаны.



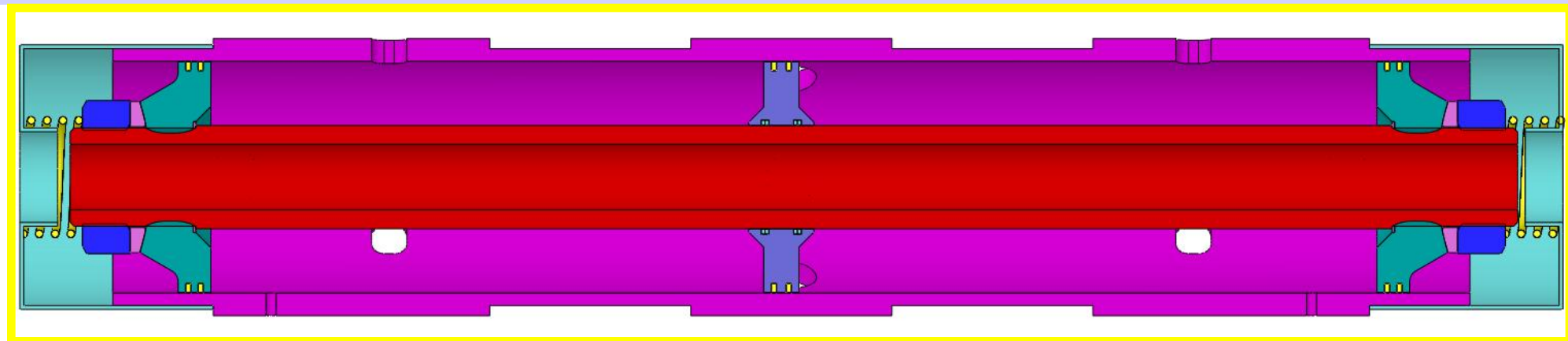
# Нагрузочные характеристики 1МП120



$b_e$  – удельный эффективный расход топлива,  
 $T_{max}$  – максимальная температура цикла,  
 $T_{g1}$  – температура рабочего тела после СПД.



# Безкомпрессорный СПД ПТД92



## Преимущества:

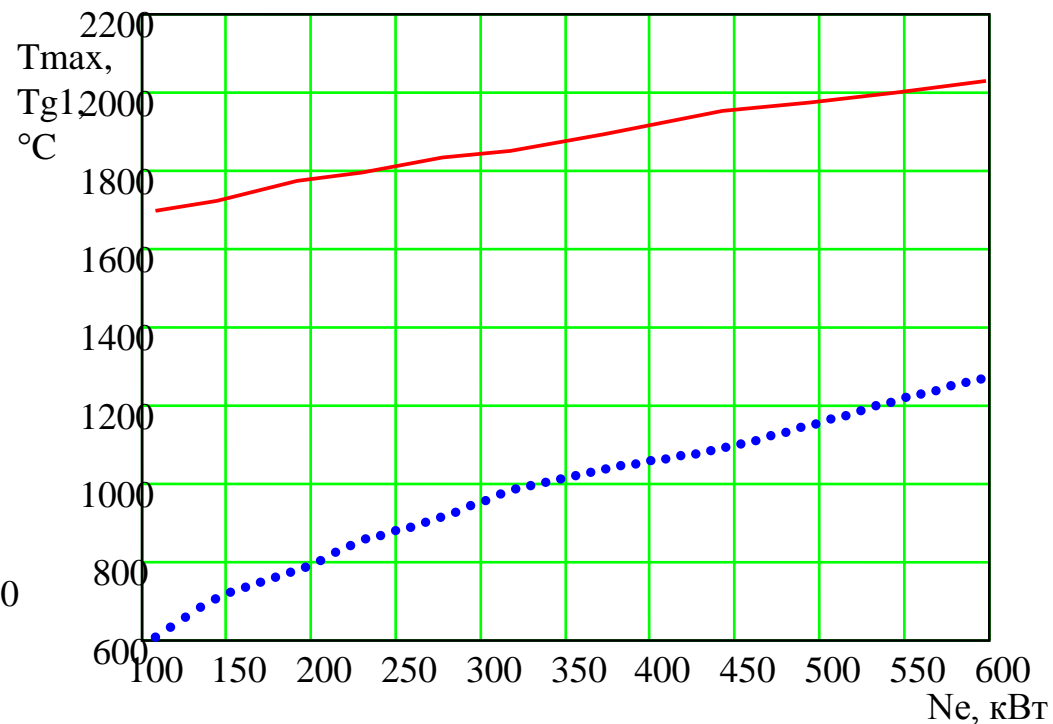
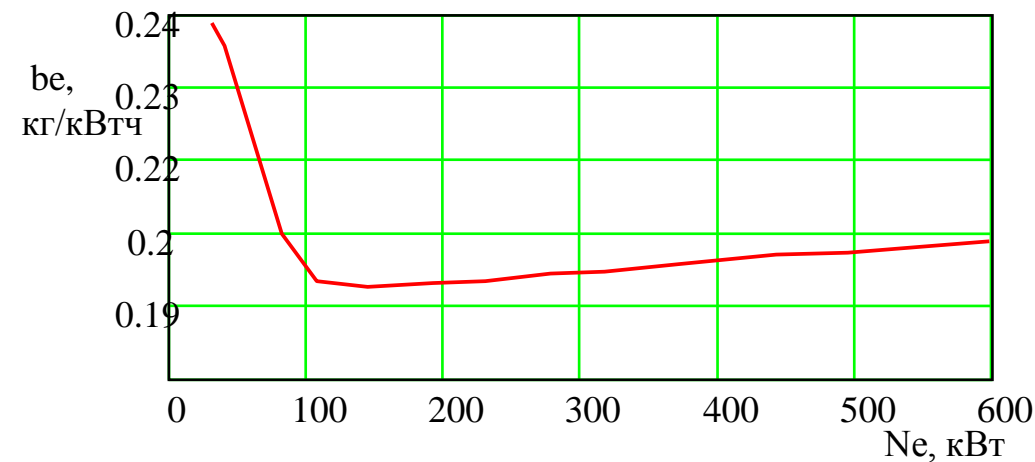
- 1- высокие удельная мощность и КПД,
- 2 – простота конструкции.

## Недостатки:

- 1- высокие скорости скольжения,
- 2 - малый запас устойчивости автоколебаний поршня.



# Нагрузочные характеристики ПТД92



$b_e$  – удельный эффективный расход топлива,  
 $T_{max}$  – максимальная температура цикла,  
 $T_{g1}$  – температура рабочего тела после СПД.





## Характеристики КЭУ с СПД

Тип СПД	1МП120	ПТД92
Диаметр цилиндра двигателя, мм	120	92
Номинальный ход поршня, мм	142	426
Длина, мм	1254	614
Ширина, мм	573	110*
Высота, мм	524	110*
Частота циклов взлетного режима в мин	3210	8940
Удельная масса СПД, кг/кВт	0,18-0,2	0,05-0,08
Удельная масса ОРМ, кг/кВт	0,23-0,3	0,23-0,3
Удельная масса КЭУ (СПД+ОРМ), кг/кВт	0,45	0,33

\* – без кожуха

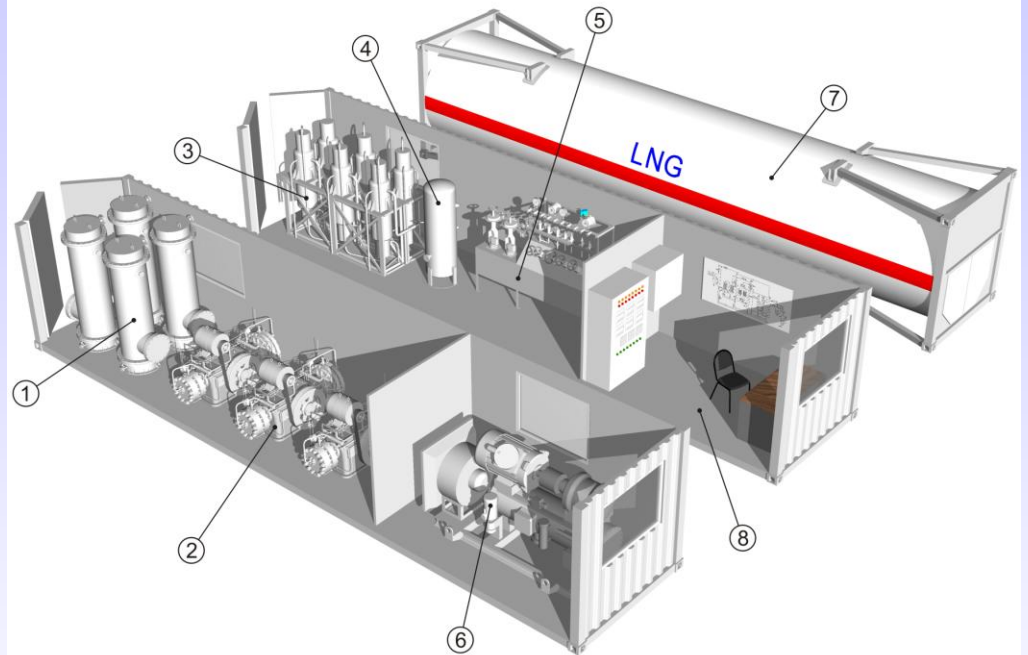


# Установки получения СПГ



**Стационарная установка СПГ  
производительностью 1 т/час.  
Потребляемая мощность 650 кВт.**

Установка для получения СПГ (контейнерное исполнение)



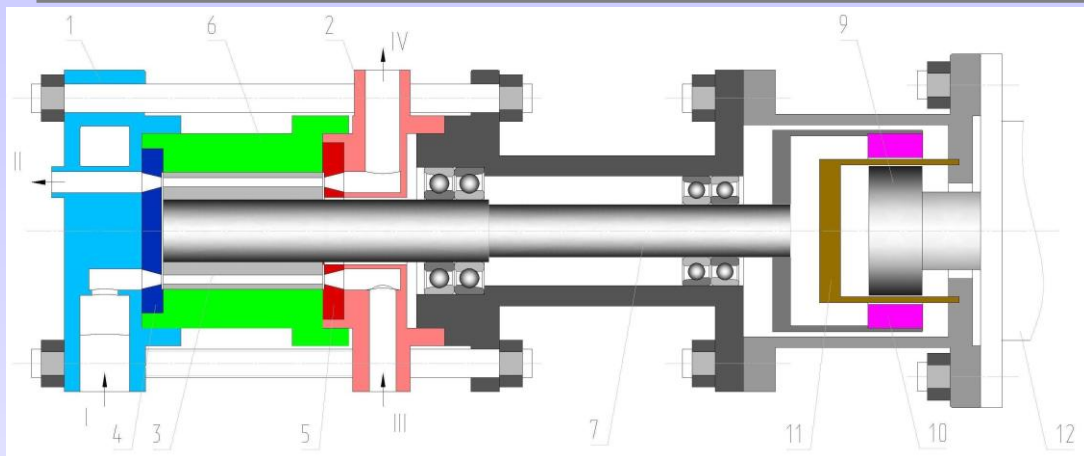
1 - адсорбер, 2 - компрессор, 3 - теплообменник, 4 - сепаратор, 5 - стойка арматурная, 6 - холодильная машина, 7 - контейнер-цистерна, 8 - операторская

**В случае СПДК блок  
электростанции не требуется.**

**Применение волнового обменника давления и СПДК позволяет  
на 30 % снизить энергозатраты и утилизировать сбросные газы.**



# Волновой детандер - компрессор



**Конструкция криогенного волнового детандер – компрессора.**

**Температура активного потока на входе 238 – 172 К.  
Адиабатный КПД 50 – 60 %.**

**Преимущества**

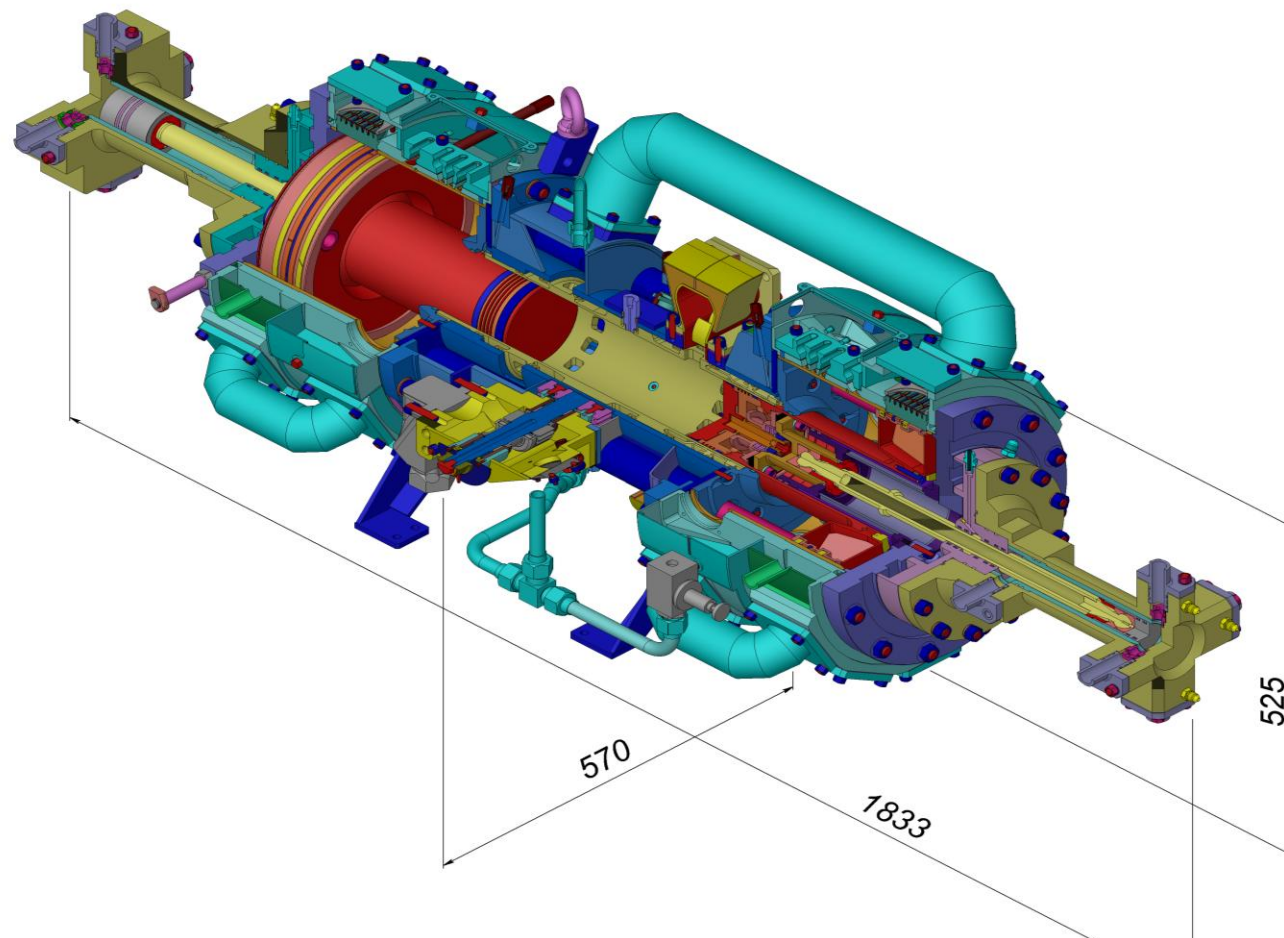
**Низкая стоимость при высоком КПД.  
Надежная и устойчивая работа при загрязнении примесями и при двухфазном потоке метана.**





# Свободнопоршневой дизель – компрессор (СПДК) 1МП120К

СПДК имеют малые габариты и массу, абсолютно уравновешены (не требуется фундамент), легкий и надежный пуск. Затраты на 1 м<sup>3</sup> вырабатываемого сжатого воздуха или газа у СПДК в 1,5 – 2 раза ниже, чем у приводного компрессора равной производительности. Приводной двигатель – газовый дизель с воспламенением от сжатия.



Материалоёмкость СПДК в 3,8 – 6,5 раза меньше электроприводных компрессоров.

Сменные компрессорные ступени без смазки обеспечивают работу СПДК с произвольными давлениями всасывания и нагнетания.



## Характеристики симметричных СПД в режиме СПДК

Тип СПДК	П85К	П95К	1МП120К	П320К
Диаметр цилиндра двигателя, мм	85	95	120	320
Длина, мм	1810	1810	1833	5450
Ширина, мм			573	1200
Высота, мм			524	1500
Масса, кг			490	6000
Максимальная производительность, нм <sup>3</sup> /час при давлении всасывания , бар:	<b>Давление нагнетания 250 бар</b>			
1,1 – 3	288	360	480	4800
3 – 6	390	488	650	6500
25 - 45	840	1050	1400	14000
Мощность, кВт	60	75	100	1000

