

**И.Я. Вишнивецкий, П.В. Томм, Н.А. Трубецкой  
(АО «Независимая Энергетическая Компания»),  
А.В. Стрельцов (Российский университет транспорта)**

# **Обеспечение взрывобезопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации газифицированных многоэтажных жилых зданий**



# Цель работы

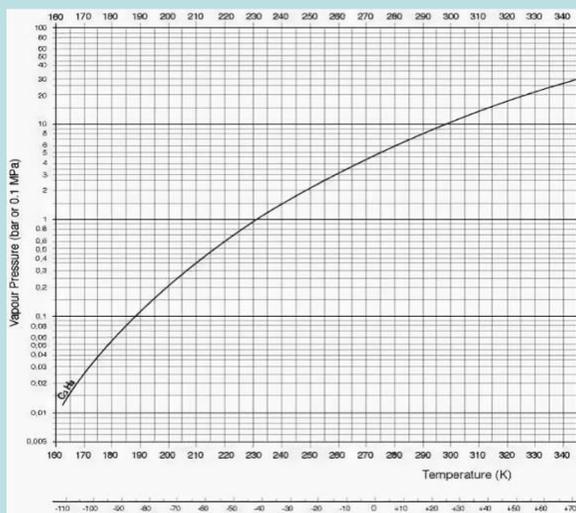
1. **Анализ причин взрывов природного газа и газовых баллонов (ГБ) с пропан-бутаном в многоэтажных жилых зданиях (МЖД)**
2. **Предотвращение взрывов газа и ГБ в МЖД и одноэтажных жилых домах.**
3. **Рекомендации для эксплуатации, проектирования и строительства МЖД**

# О взрывах газовых баллонов



Согласно ППР-2012 «Правила противопожарного режима в РФ», постановлению Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390»:

**91. Запрещается хранение баллонов с горючими газами в индивидуальных жилых домах, квартирах и жилых комнатах, а также на кухнях, путях эвакуации, лестничных клетках, в цокольных этажах, в подвальных и чердачных помещениях, на балконах и лоджиях.**



# Виды разрушений МЖД при взрывах

I



Выбита рама,  
кухонные двери.

II



Выбита рама,  
кухонные двери,  
наружная стена.

III



Обрушение  
части перекрытий,  
или всего подъезда

# Зависимость разрушений МЖД от избыточ. давления газов при взрыве

Избыт. давление		Последствие воздействия	Вид разр.
кПа	кгс/м <sup>2</sup>		
3,0-7,0	30-70	Полное разрушение остекления	I
12	120	Перегородки, оконные и дверные рамы	II
15	150	Перекрытия	III
30	300	Кирпичные и блочные стены	III



# Метан – гремучий газ



Показатели	Значение
Класс опасности по ООН	2
Теплотворность, ккал/кг	8510
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	0,6682
Пределы взрываемости, %	4,4 – 17,0
Температура горения (адиаб.), °С	2223
Температура взрыва (V=const), °С	2150 - 2650
Троитиловый эквивалент, кг	8

# Скорость пламени и давление в ударной волне при горении и взрыве

Режим горения/взрыва	Скорость пламени, м/с	Давление во фронте пламени (ударной в.), кгс/см <sup>2</sup>
Замедленное горение	0,3-0,6	--
Горение	2-10	0,15
Взрывное горение	10-300	0,15-10
Детонация	1000-1400	20-40



# Изобарические и изохорические процессы при взрыве газа на кухне

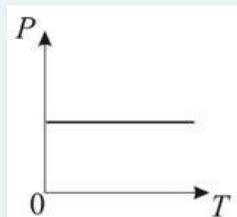
Кухня размером 3,5x4x3 м, объем 42 м<sup>3</sup>. Загазованность 14%. Объем метана 5,88 м<sup>3</sup>. Масса метана 3,93 м<sup>3</sup>. Тротильовый эквивалент 31,44 кг. Начальная температура T<sub>1</sub>=293 °К. P<sub>1</sub>= 1кгс/см<sup>2</sup>. Температура взрыва средн. T<sub>2</sub>= 2673°К.

**Изобарический процесс.**

Протекает при P = const.

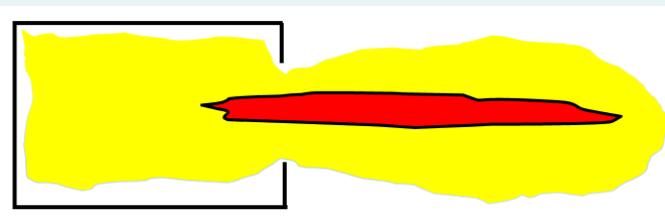
Закон Шарля

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$



$$V_2 = V_1 T_2 / T_1$$
$$V_2 = 42 \times 2673 / 293 =$$
$$= 383 \text{ м}^3.$$

Расширение газа  
от 42 до 383 м<sup>3</sup>.



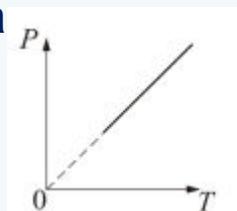
Кухня со стеклянным окном

**Изохорический процесс.**

Протекает при V = const.

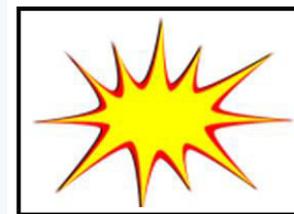
закон Гей-Люсса

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$



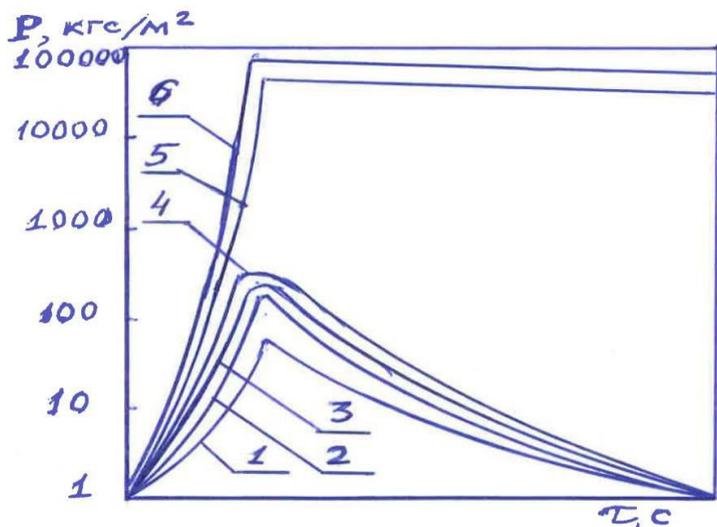
$$P_2 = P_1 T_2 / T_1$$
$$P_2 = 1 \times 2673 / 293 =$$
$$= 9,1 \text{ кгс/см}^2.$$

Увеличение давлен.  
от 1 до 9,1 кгс/см<sup>2</sup>  
(90 тонн/м<sup>2</sup>)



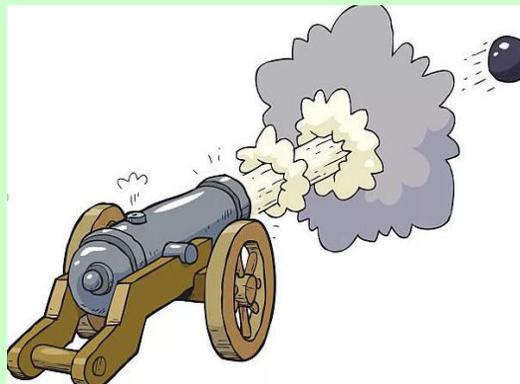
«Замкнутая» кухня

# Кухня – взрывоопасная зона



№ кривой	$P$ , кгс/м <sup>2</sup>	Последствие-воздействия
1	30-70	Разрушение-остекления,-полное
2	120	Перегородки,-оконные-и-дверные-рамы
3	150	Перекрытия
4	300	Кирпичные-и-блочные-стены
5	60000	Взрывное-горение ( $V=const$ )-(Фугас)
6	100000	Детонация ( $V=const$ )-(Бризантное-действие)

Аналог кухни – поведение артиллерийского орудия с порохом

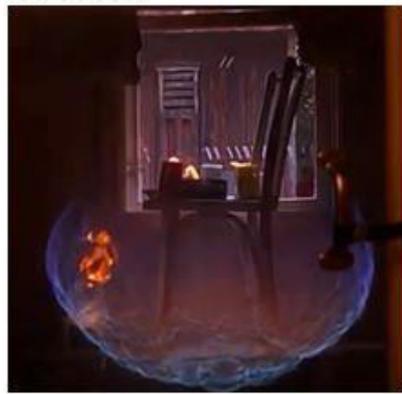


# Взрыв газа на кухне в замедленной съёмке

5 сек



18 сек



26 сек



35 сек



50 сек



1 мин 06 сек



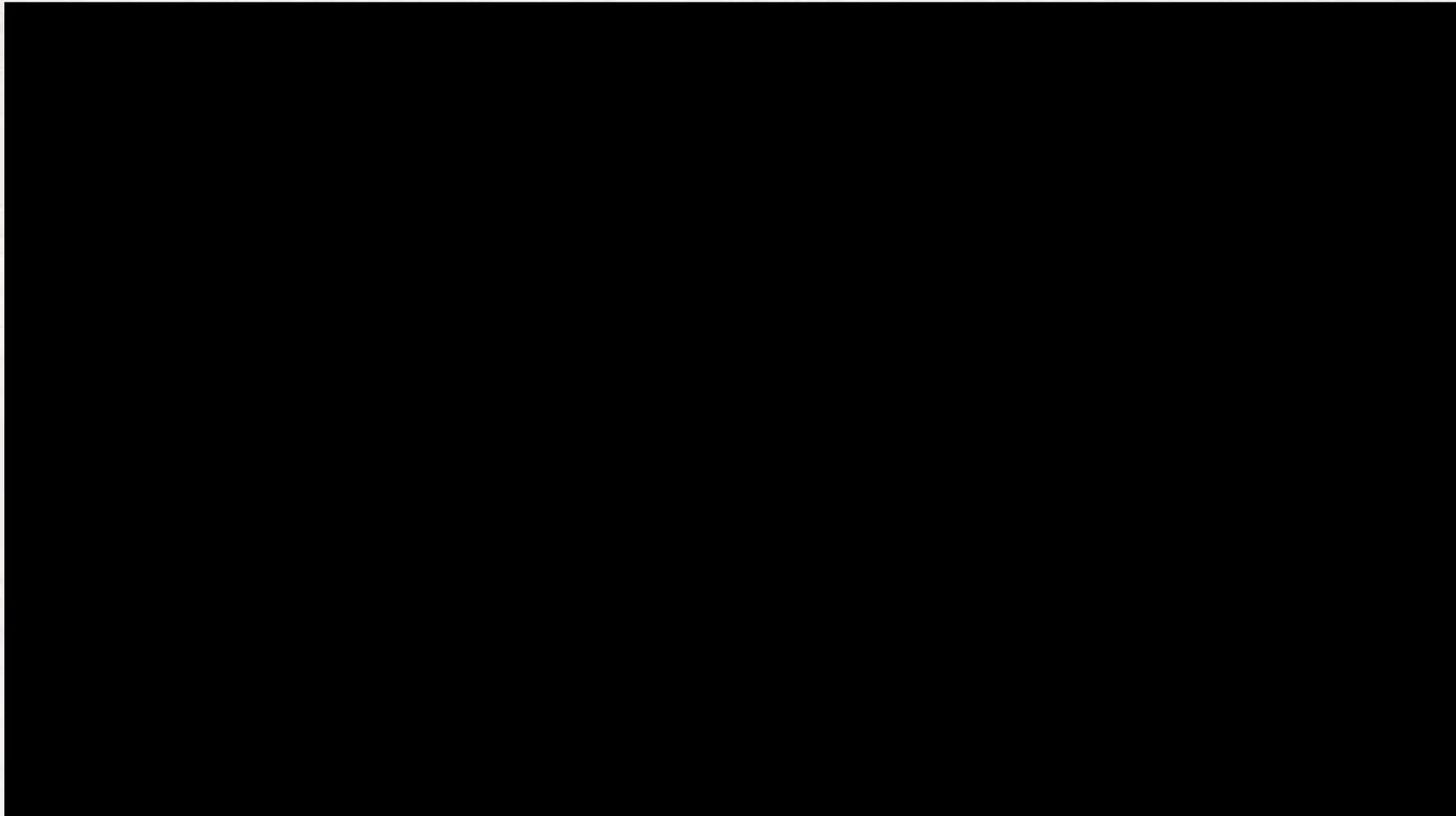
1 мин 13 сек



1 мин 49 сек



# Взрыв газа в замедленной съёмке



# Взрыв газа в Гааге 27.01.2019 г.



При взрыве метана частично обрушились три здания.  
Ударной волной были повреждены автомобили.  
Пострадали 10 человек. **Все окна из стеклопакетов.**

# Рекомендации в СНиП по эксплуатации МЖД, с целью предотвращения разрушений домов

1. При проектировании и эксплуатации газифицированных МЖД рассматривать кухню как взрывоопасный объект.
2. СНиП эксплуатации МЖД дополнить:  
при взрыве газа расчетный подъем давления в кухне не должен превышать  $P_{\text{макс}} > 5 \text{ кПа}$  ( $0,05 \text{ кгс/см}^2$ ,  $50 \text{ кгс/м}^2$ ).
3. Устанавливать на кухнях предохранительные конструкции (ПК), которые вскрываются наружу кухни при  $P > 5 \text{ кПа}$ . Сертификация.
4. К окнам предохранительной конструкции отнести:  
стеклянные окна, распашные наружу окна из стеклопакетов, легко сбрасываемые окна из стеклопакетов, штульповые окна в ПК.
5. Приостановить на кухнях замену обычных окон на стеклопакеты.





**Стеклоанное окно**



**Распашное окно**

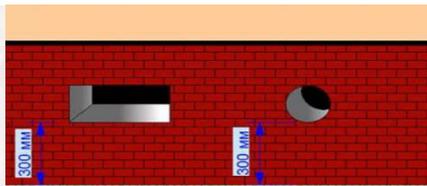
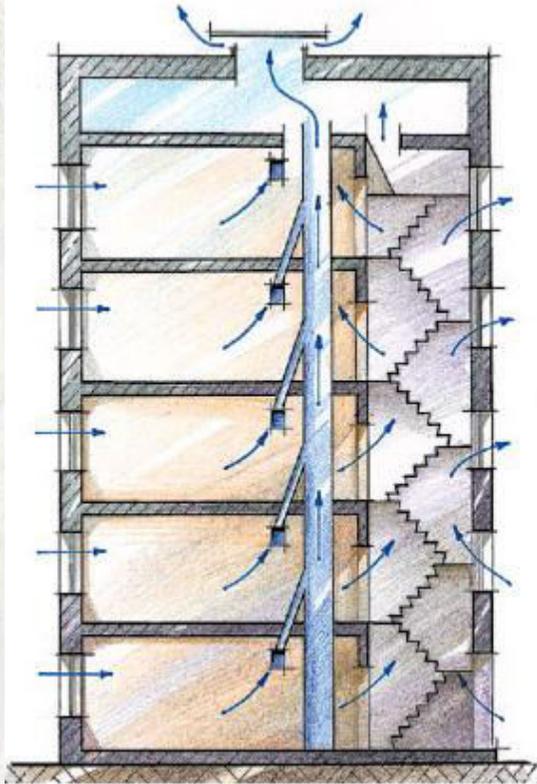


**Штульповое окно**



**Легко сбрасываемое окно**

# Вентиляция жилых зданий



**продухи**

Вентиляция препятствует образованию взр. МВС на кухне – метан удаляется. При открытых и не горящих 2-х конфорках несколько часов МВС не взрывается - метана менее 5%. При открытой и н/г 1-й конфорке МВС не взрывается более 10 час – до накопления.

## ВИДЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

### Естественная:

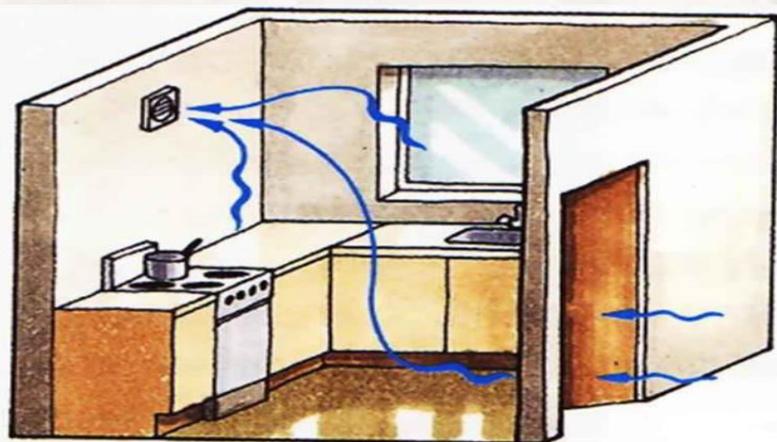
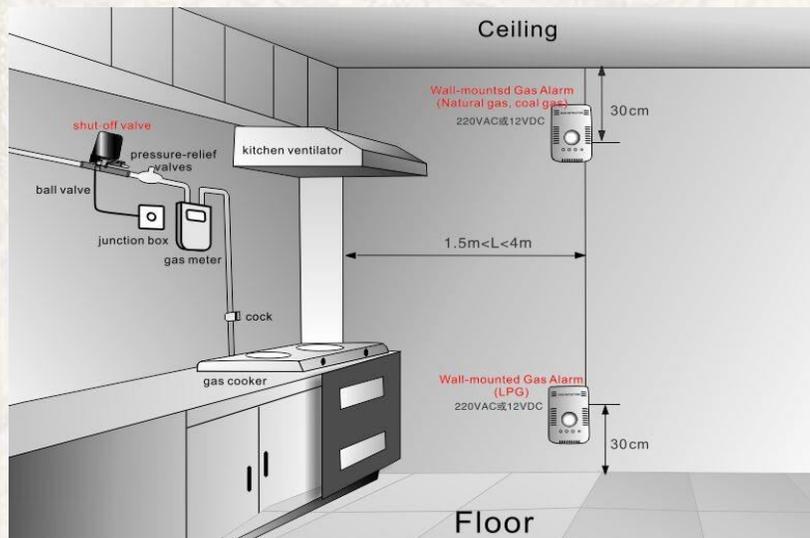
Воздухообмен за счет тяги, в результате разности температур внутри здания и снаружи. Недостатки.

### Комбинированная вентиляция 2-х типов:

1. Принудительно удаляется старый воздух, приток воздуха естественный.
2. Приточный воздух нагнетается, старый удаляется естественным путем.

Приточно-вытяжная. Приток и вытяжка специальным оборудованием. Наилучшая конструкция.

# Сигнализаторы метана, пропана, СО



Обеспечение притока воздуха



Очистка вент. отв. и канала

# **Постановление Правительства РФ от 14.05.2013 N 410 "О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования"**

*ПП №410 аналогично требованиям «Закона о нормах безопасности» по газу для населения в провинции Британская Колумбия, Канада.*

**В ПП №410 Изложены правила безопасного пользования газом для домового и квартирного газового оборудования:**

**Заключение договора о техобслуживании и ремонте;**

**Ответственность потребителя и исполнителя;**

**Требования к лицам по диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту газового оборудования;**

**Приложение. Минимальный перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту газового оборудования (13 позиций).**



**ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ, ЛОКАЛИЗАЦИИ, СМЯГЧЕНИЯ  
И ПРЕКРАЩЕНИЯ РАЗРУШЕНИЙ ДОМОВ ПРИ ВЗРЫВЕ ГАЗА  
РЕКОМЕНДУЮТСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ:**

1. Обеспечить полный охват МЖД по заключению договоров согласно Постановлению Правительства №410 (ПП 410)
2. Дважды в год обеспечить «Минимальный перечень выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту внутридомового и внутриквартирного газового оборудования». Отчет в Интернете.
3. Обеспечить кратность воздухообмена кухни по МГСН 3.01-01: 60; 75 и 90 м<sup>3</sup>/ч при 2; 3 и 4-х конфорках плиты. Обеспечить нормальную работу естественной вентиляции в квартире и МЖД.
4. Использовать комбинированную вентиляцию, и еще лучше приточно-вытяжную вентиляцию.
5. В проектируемых домах устанавливать газоанализаторы, которые автоматически отключают подачу газа на квартиру, на подъезд, на дом, в случае утечки или возникновения запаха газа.



6. Устанавливать на кухне сигнализаторы метана, пропана (1 и 2-х этажные дома), угарного газа - в зависимости от типа газа.
7. Законодательным актом провести обязательное разрешение владельца квартиры на доступ к газовому оборудованию.
8. Согласно ППР-2012 п.91 запретить под угрозой статьи УК РФ хранение газовых баллонов в квартирах МЖД
9. Рассмотреть вопрос о необходимости разработки «Паспорта безопасности многоэтажного жилого дома».
10. Приоритетной задачей считать предупреждение, локализацию и смягчение аварийных ситуаций при взрывах газа в МЖД.

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ**

