



ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА

(урок химии в 9 и 11 классе)

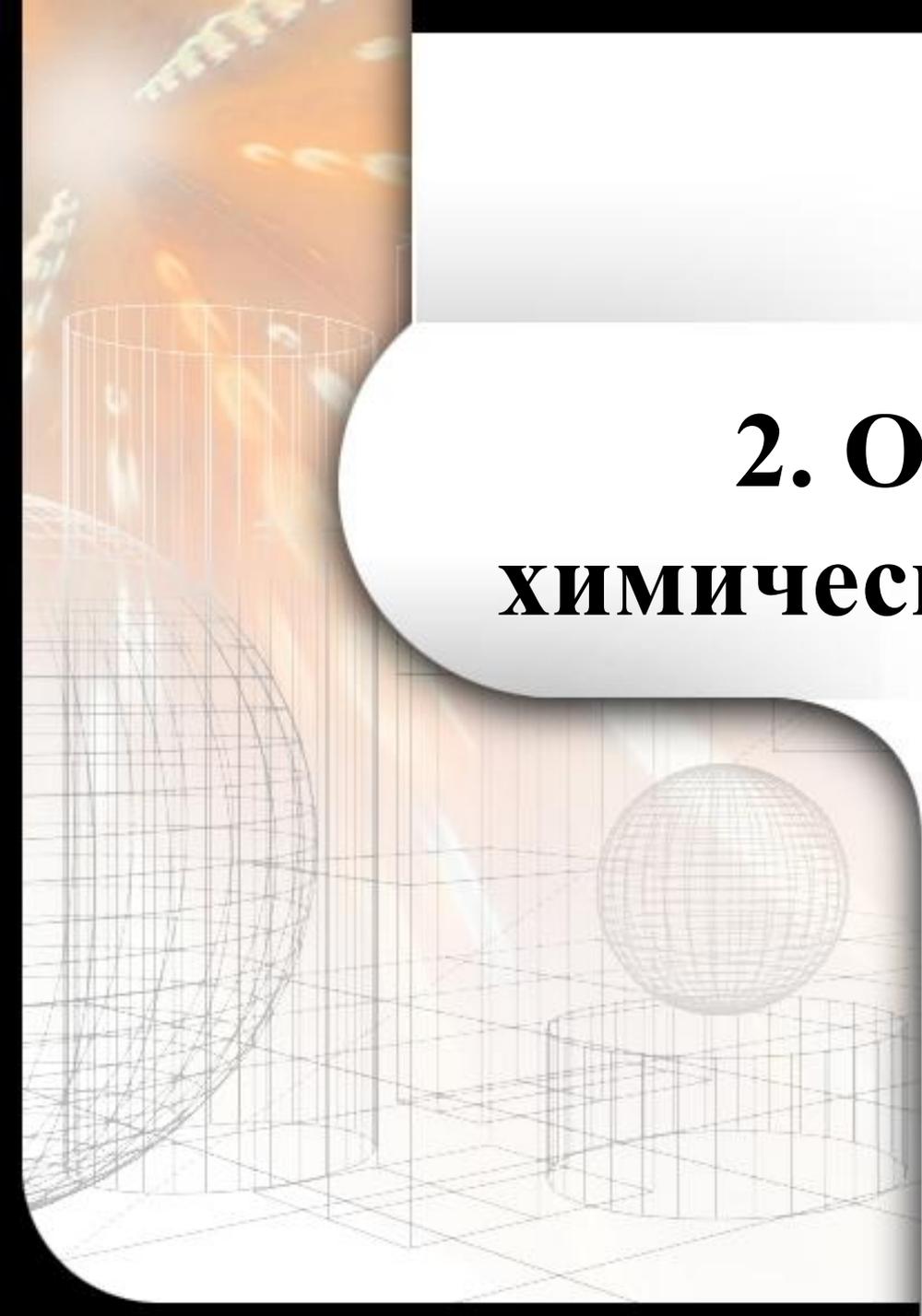
Учитель химии МОУ СОШ № 3
г. Светлого
Калининградской области
Ракович
Лариса Викторовна

1. Способ получения:

- **Сырье (руда):** магнитный железняк Fe_3O_4 ; гематит Fe_2O_3 ; бурый железняк $m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; сидерит FeCO_3 ;
- *Примеси, содержащиеся в руде:* SiO_2 ; MnO_2 ; Al_2O_3 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; FeS_2 ; CaSO_4 .
- **Шихта:** руда, кокс, флюсы.
- **Топливо:** печной газ, кокс.
- **Источник энергии:** теплота сгорания топлива, теплота экзотермической реакции

Способ получения:

- Перед плавкой руду **обогащают** – устраняют из нее часть пустой породы.
- Затем крупные куски руды измельчают до необходимых размеров, а пылевидную руду спекают, т.е. **агломерируют**
- **Получение чугуна – это вынужденная промежуточная стадия производства стали**

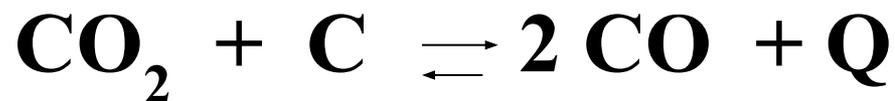
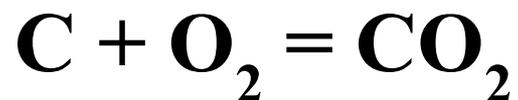
The background features a 3D wireframe grid on a light brown surface. Several wireframe spheres and cylinders are scattered across the grid. The top right corner of the slide is a white rounded rectangle containing the title text.

2. Основные химические процессы

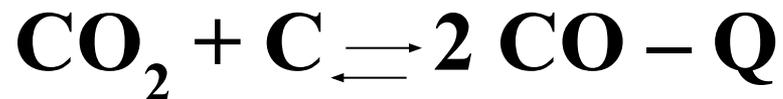
1 стадия

«Образование восстановителей»

- из кокса:



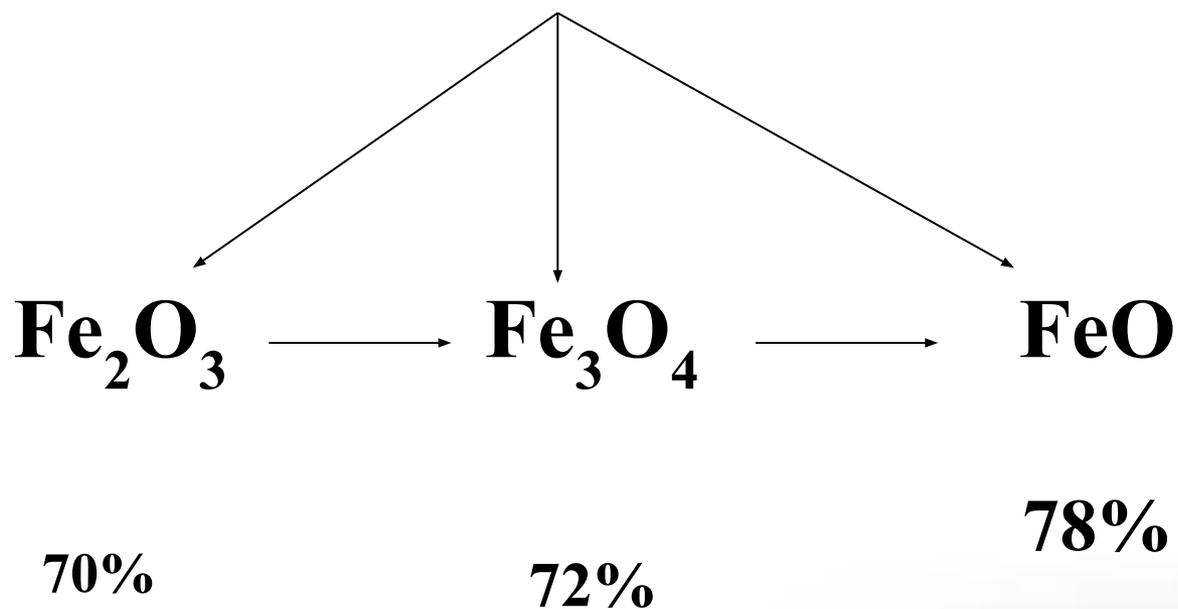
- из природного газа:



2 стадия

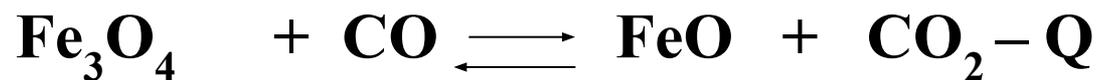
«Восстановление железа из руды»

Содержание железа в различных
железосодержащих рудах (по массе)



2 стадия

«Восстановление железа из руды»



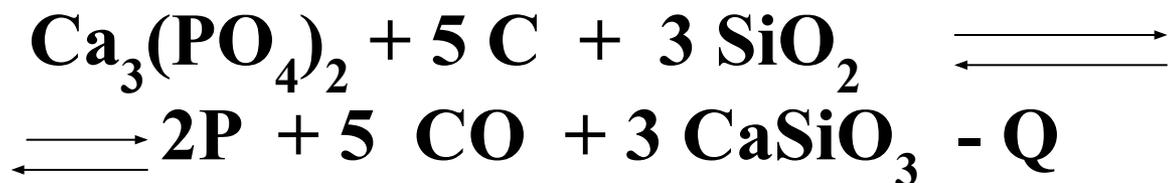
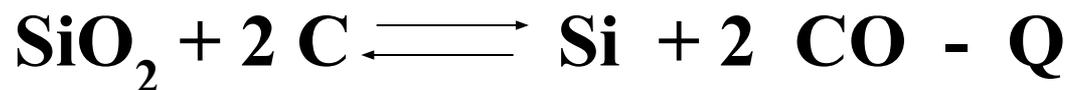
3 стадия

«Восстановление примесей»

- CaO , SiO_2 , Al_2O_3 не восстанавливаются и не плавятся при данных условиях; не растворяются и образуемые ими соединения (алюмосиликаты) в жидком чугуне.
- Эти примеси образуют шлак.
- Для получения легкоплавкого шлака к руде добавляют флюсы: известь CaO или известняк CaCO_3 ($T_{\text{пл}}$ (шлака) $\sim 1000^\circ\text{C}$)

3 стадия

«Восстановление примесей»



С, Мп, Р и другие элементы сплавляются с железом, образуя ЧУГУН



3 стадия

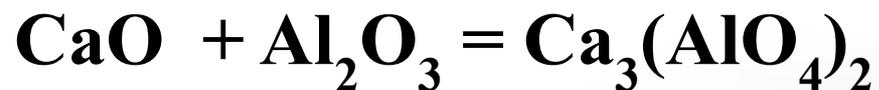
«Восстановление примесей»

- Сера энергично взаимодействует с железом, образуя сульфид железа FeS . Другая часть серы переходит в газ SO_2 , который уходит из доменной печи в смеси с другими газами, а затем улавливаются
- В карбиде железа Fe_3C атомы углерода занимают пустоты между атомами железа в его кристалле и соединяются с друг другом в цепи

4 стадия

«Образования шлака»

- Шлак образуется при температуре $\sim 1000^\circ\text{C}$
- Состав шлака: Al_2O_3 , SiO_2 , $(\text{CaO}) \times \text{SiO}_2 \times 2 \text{Al}_2\text{O}_3$.



4 стадия

«Образования шлака»

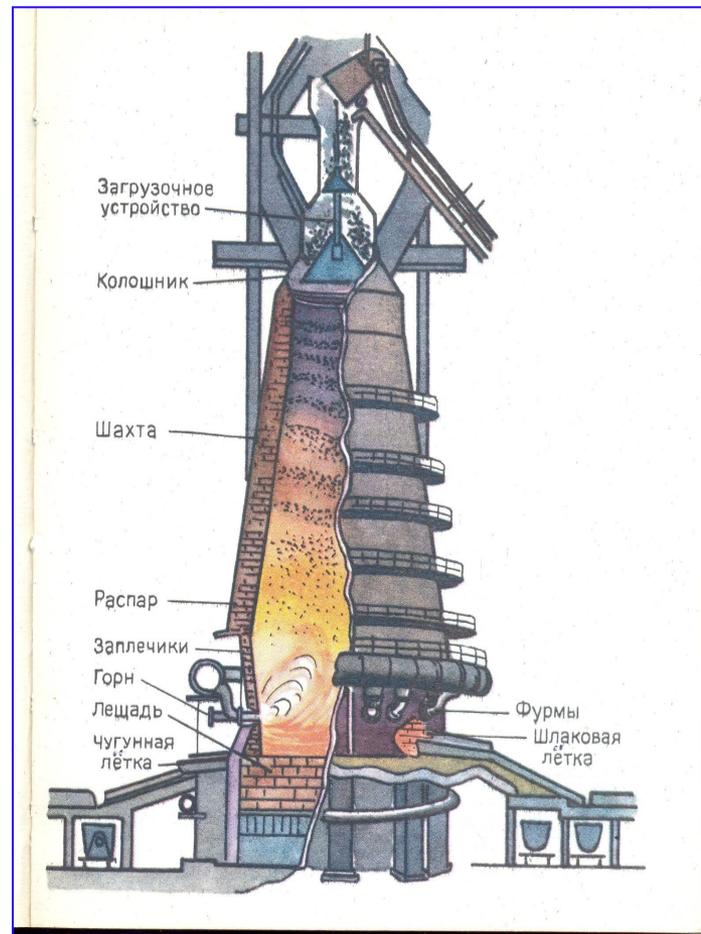
- **Флюсы под действием высокой температуры разлагаются с образованием реакционноспособных оксидов кальция и магния. Они реагируют с теми компонентами, которые обладают либо кислотными, либо амфотерными свойствами.**
- **Образуемый шлак отличается небольшой плотностью и поэтому накапливается на поверхности чугуна, предохраняя его от окисления вдуваемым в печь воздухом.**

3. Устройство и работа доменной печи



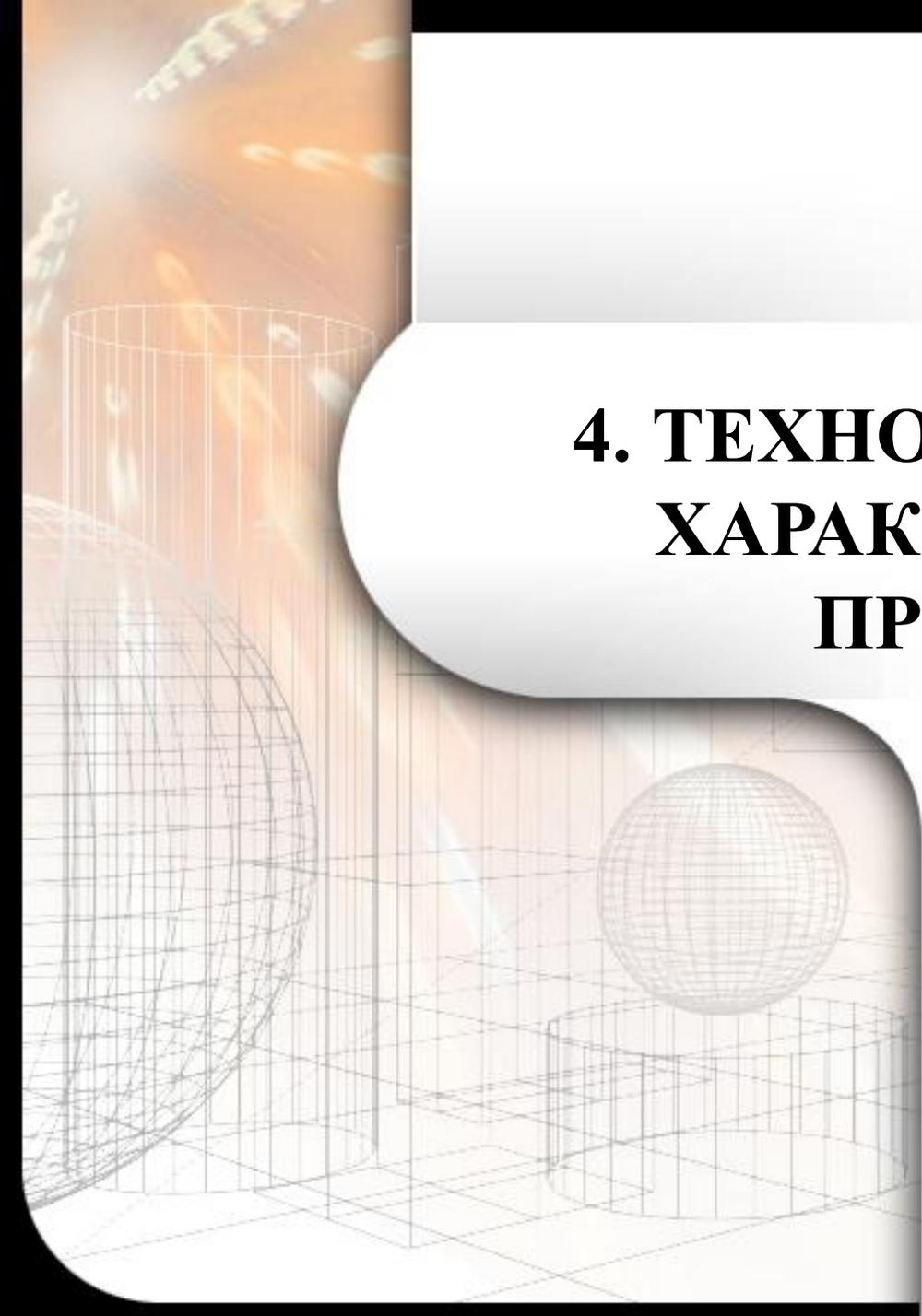
Доменная печь

Доменная печь имеет стальной кожух, выложенный огнеупорным шамотным кирпичом. Рабочее пространство печи включает колошник, шахту, распар, заплечики, горн, лещадь. В верхней части колошника находится засыпной аппарат, через который в печь загружают шихту. Шихту подают в вагонетки подъемника, которые передвигаются по мосту к засыпному аппарату и, опрокидываясь, высыпают шихту в приемную воронку распределителя шихты. При опускании малого конуса шихта попадает в чашу, а при опускании большого конуса – в доменную печь, что предотвращает выход газов из доменной печи в атмосферу.



Габариты и производительность современной доменной печи

- Объем – 5 000 куб. м
- Высота – 36 метров
- Производительность –
4 миллиона тонн в год

The background features a 3D wireframe grid on a light brown surface. Several wireframe spheres and cylinders are scattered across the grid. The top right corner of the slide is a white rounded rectangle containing the title text.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА

Оптимальные условия

- Воздух, подаваемый в печь, обогащают кислородом;
- Обогащение руды;
- Агломерация пылевидной руды;
- Обогащение доменного газа восстановителями: угарным газом CO , водородом H_2 , вводя природный газ CH_4 ;
- Подача предварительно нагретого воздуха до температуры 1300°C

Научные принципы



- Принцип противотока;
 - Принцип теплообмена;
 - Утилизация тепла;
 - Автоматизация и механизация.
- 

Недостатки процесса

- **Большие энергозатраты;**
- **Использование дорогостоящего кокса;**
- **Образование «козла»**



Перспективы доменного производства

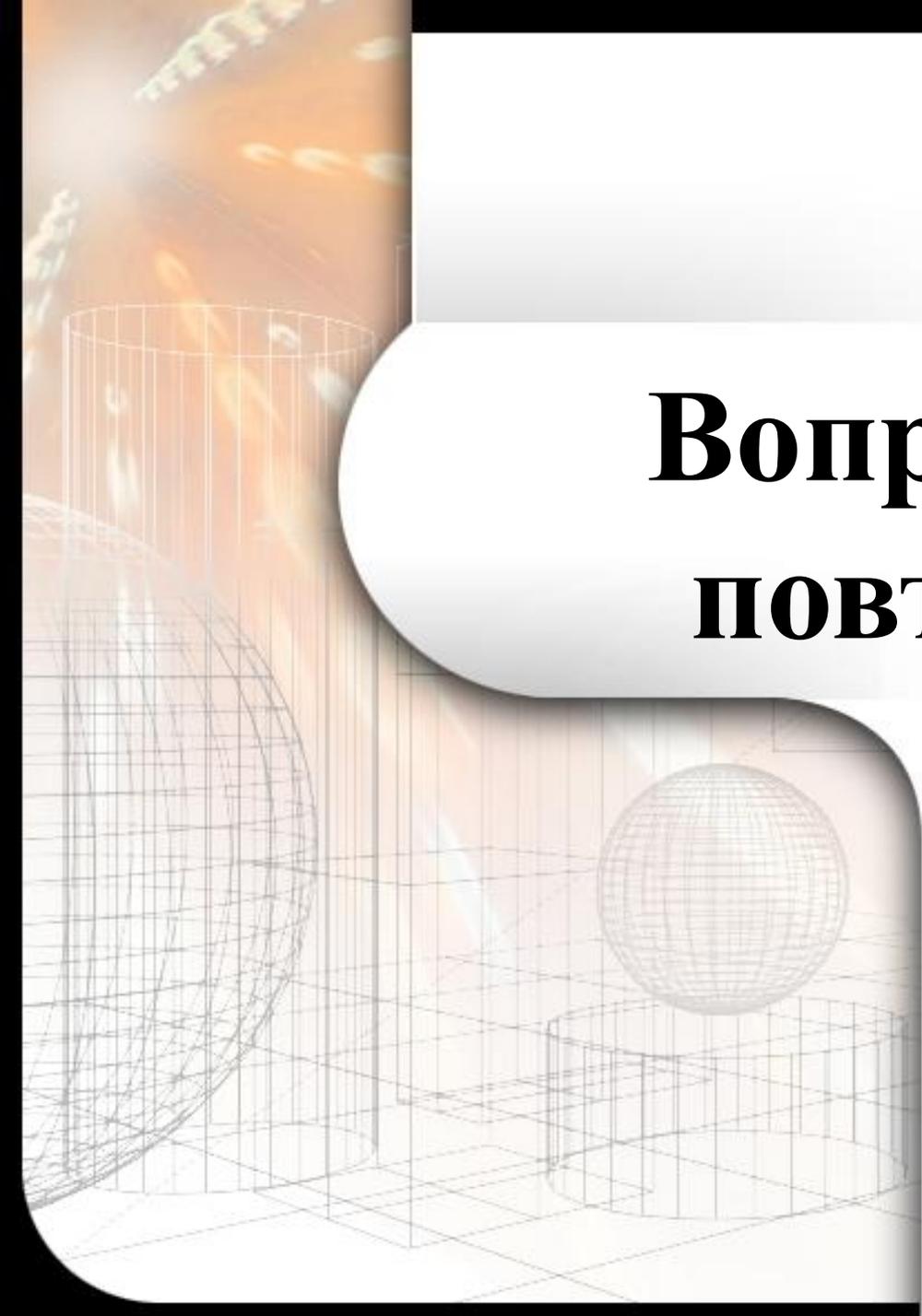
- **Переход на бездоменное получение чугуна;**
- **Использование природного газа вместо кокса.**

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

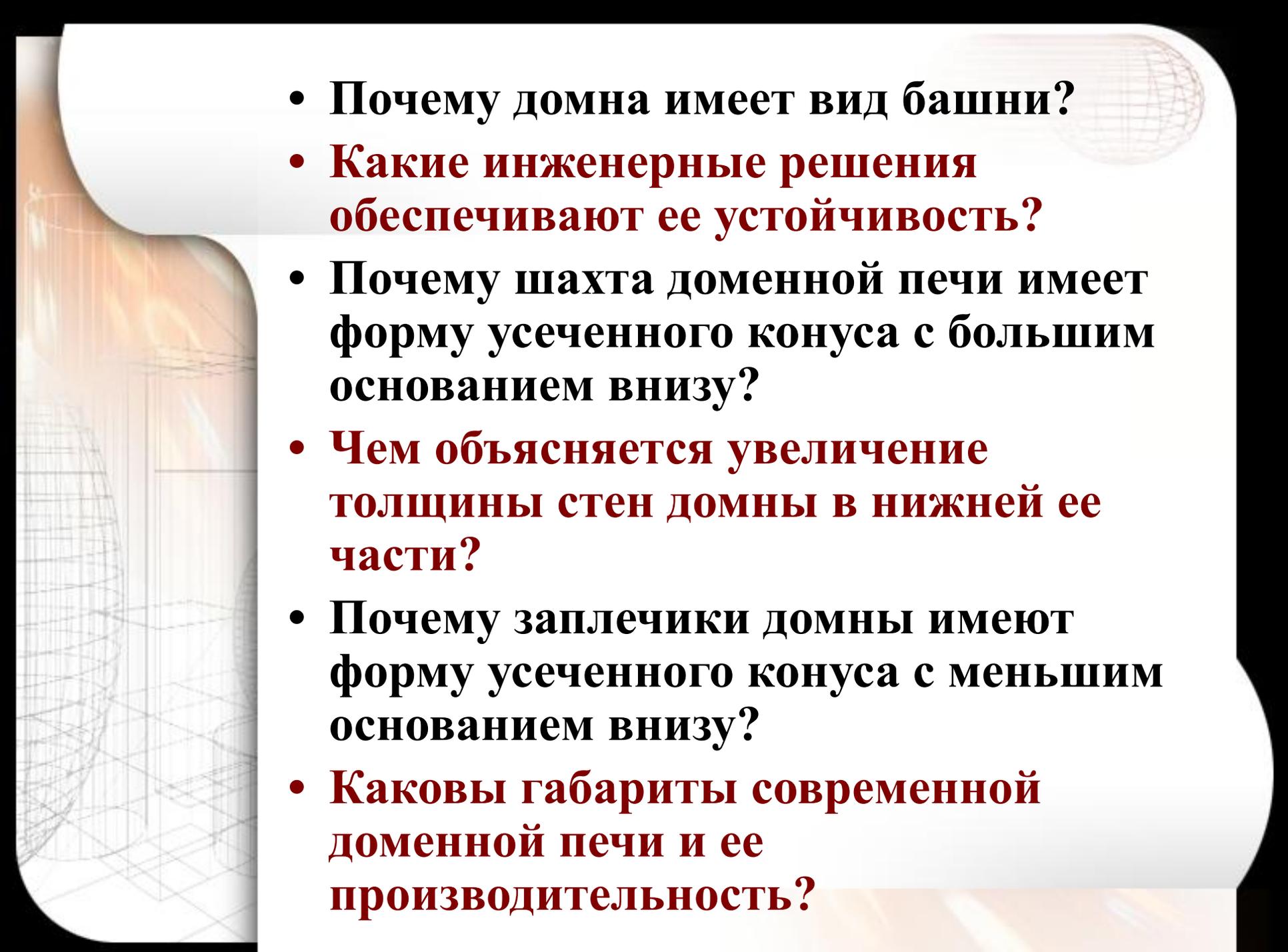
- **Выплавленный в домне чугун представляет собой сплав железа с углеродом (до 4,5%), а также с серой (до 0,8%), фосфором (до 2,5%), кремнием, мышьяком, марганцем.**
- **В зависимости от количества того или иного элемента зависят свойства чугуна и деление его на сорта**

СОРТА ЧУГУНА

- Чугуны делятся на литейные и специальные, которые применяются для изготовления чугунных изделий, а также на передельные, идущие на изготовление сталей.
- Лишь 10% чугуна идет на изготовление чугунных изделий, остальные 90% перерабатываются в сталь.

The background features a 3D wireframe scene with a grid floor. On the left, a large wireframe sphere is partially visible. In the center, a smaller wireframe sphere sits on a wireframe cylindrical base. The scene is lit from the top, creating soft shadows on the grid. The overall color palette is warm, with orange and yellow tones.

Вопросы для повторения

- 
- Почему домна имеет вид башни?
 - **Какие инженерные решения обеспечивают ее устойчивость?**
 - Почему шахта доменной печи имеет форму усеченного конуса с большим основанием внизу?
 - **Чем объясняется увеличение толщины стен домны в нижней ее части?**
 - Почему заплечики домны имеют форму усеченного конуса с меньшим основанием внизу?
 - **Каковы габариты современной доменной печи и ее производительность?**