



ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА

(урок химии в 9 и 11 классе)

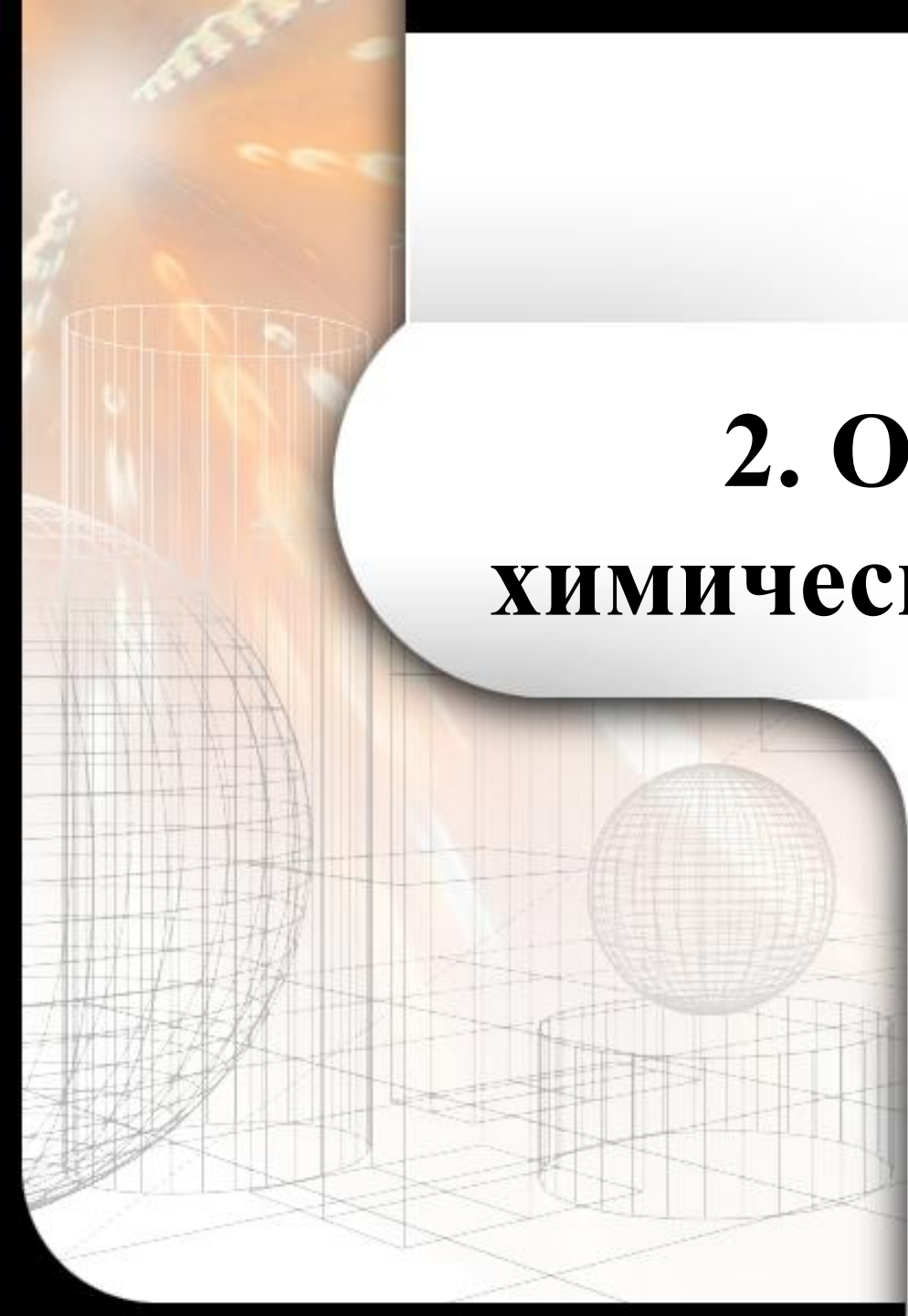
Учитель химии МОУ СОШ № 3
г. Светлого
Калининградской области
Ракович
Лариса Викторовна

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**

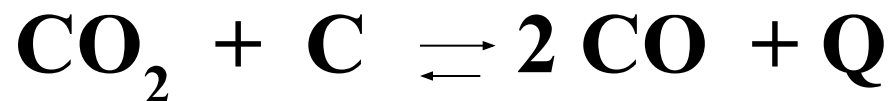
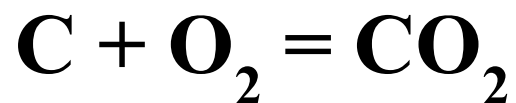
The background features a 3D wireframe grid on a light-colored surface. Several wireframe spheres and cylinders are scattered across the grid. The scene is lit from the top, creating soft shadows and highlights on the grid lines and the surfaces of the geometric shapes. The overall aesthetic is technical and scientific.

2. Основные химические процессы

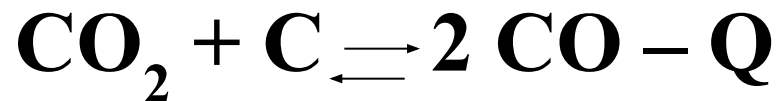
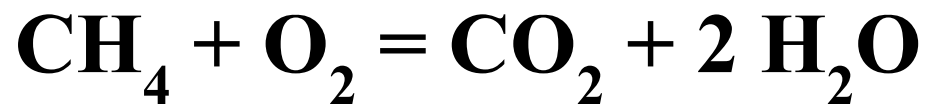
1 стадия

«Образование восстановителей»

- из кокса:



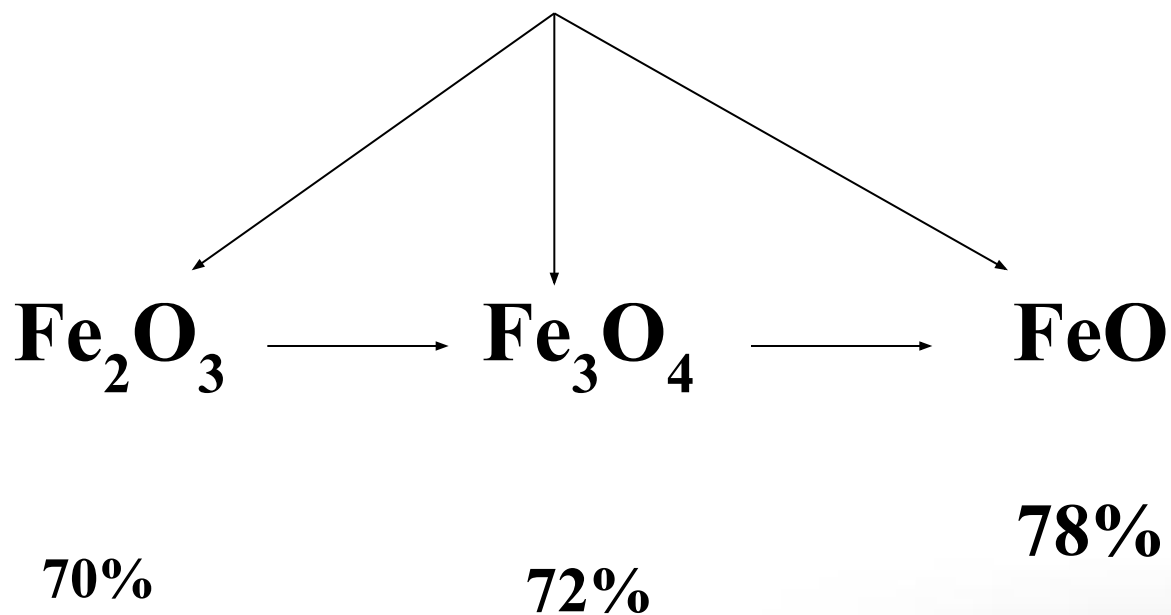
- из природного газа:



2 стадия

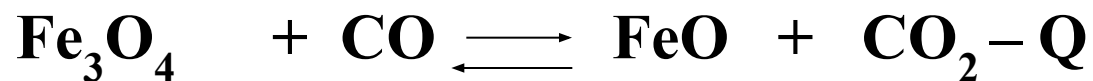
«Восстановление железа из руды»

Содержание железа в различных
железосодержащих рудах (по массе)



2 стадия

«Восстановление железа из руды»



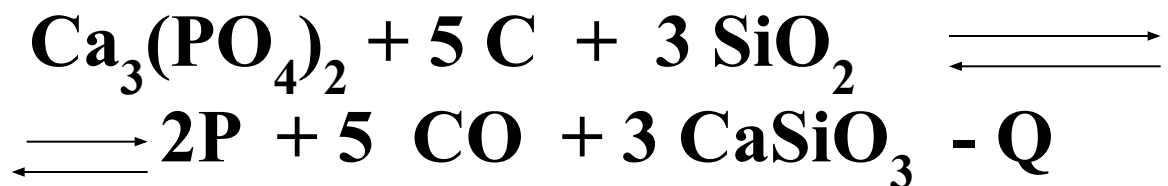
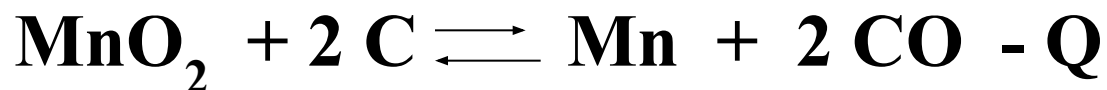
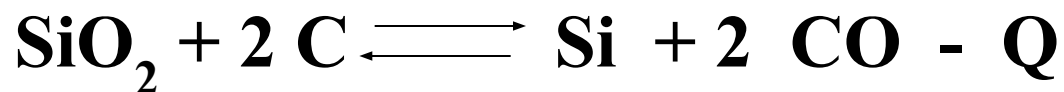
3 стадия

«Восстановление примесей»

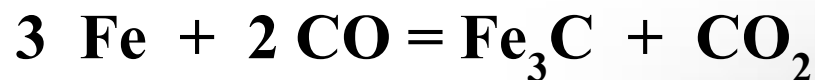
- CaO , SiO_2 , Al_2O_3 не восстанавливаются и не плавятся при данных условиях; не растворяются и образуемые ими соединения (алюмосиликаты) в жидком чугуне.
- Эти примеси образуют шлак.
- Для получения легкоплавкого шлака к руде добавляют флюсы: известь CaO или известняк CaCO_3 ($T_{\text{пл}}$ (шлака)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

3 стадия

«Восстановление примесей»



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



3 стадия

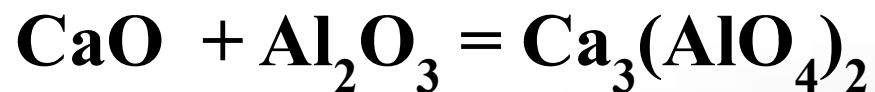
«Восстановление примесей»

- 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»

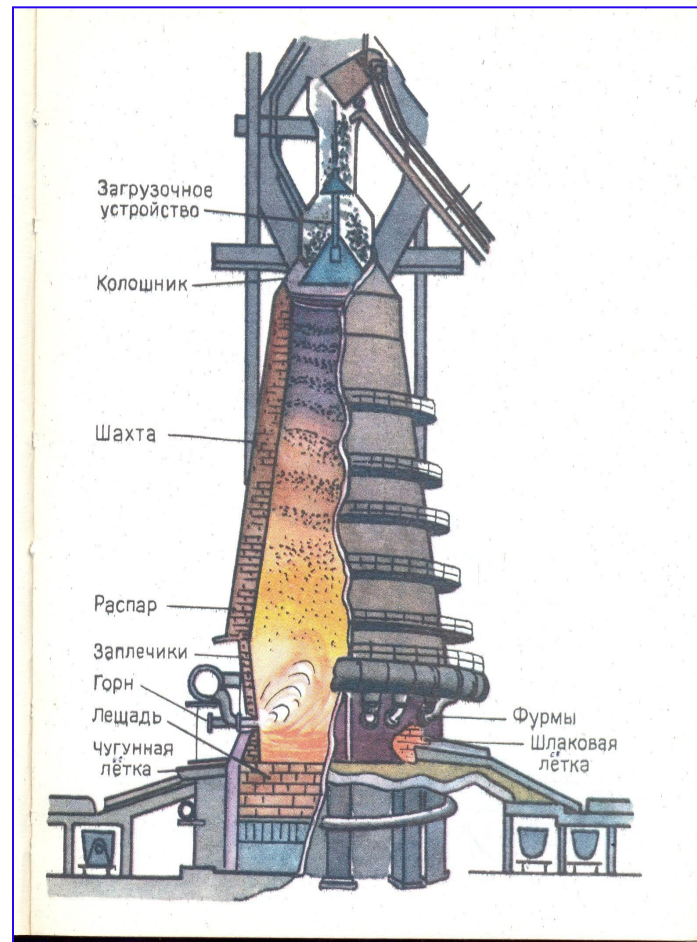
- **Флюсы под действием высокой температуры разлагаются с образованием реакционноспособных оксидов кальция и магния. Они реагируют с теми компонентами, которые обладают либо кислотными, либо амфотерными свойствами.**
- **Образуемый шлак отличается небольшой плотностью и поэтому накапливается на поверхности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

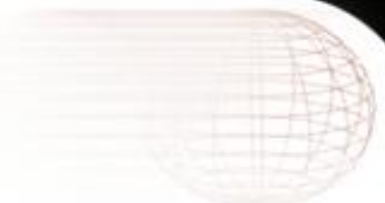
Научные принципы



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

Недостатки процесса

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



Перспективы доменного производства

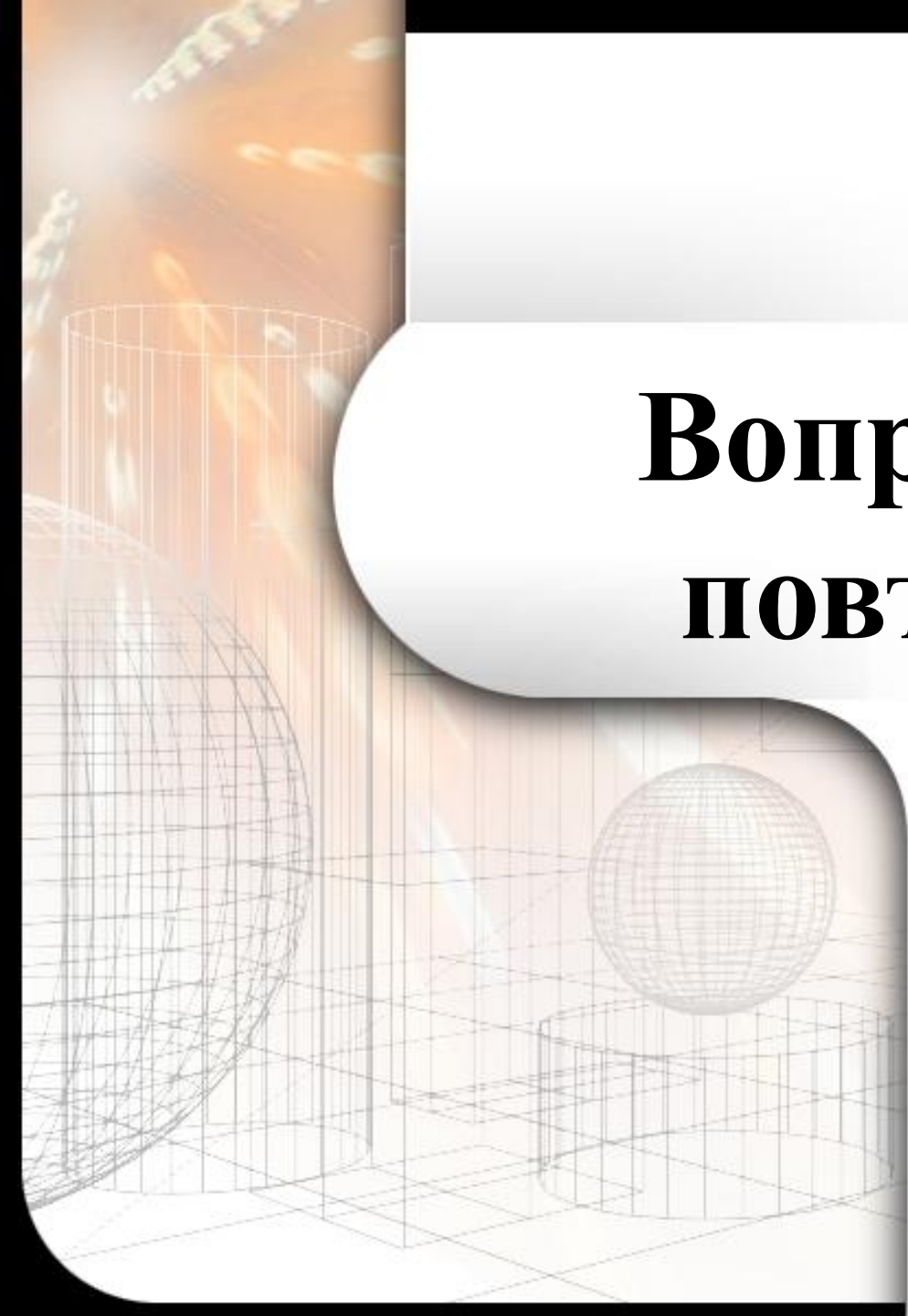
- **Переход на бездоменное получение чугуна;**
- **Использование природного газа вместо кокса.**

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

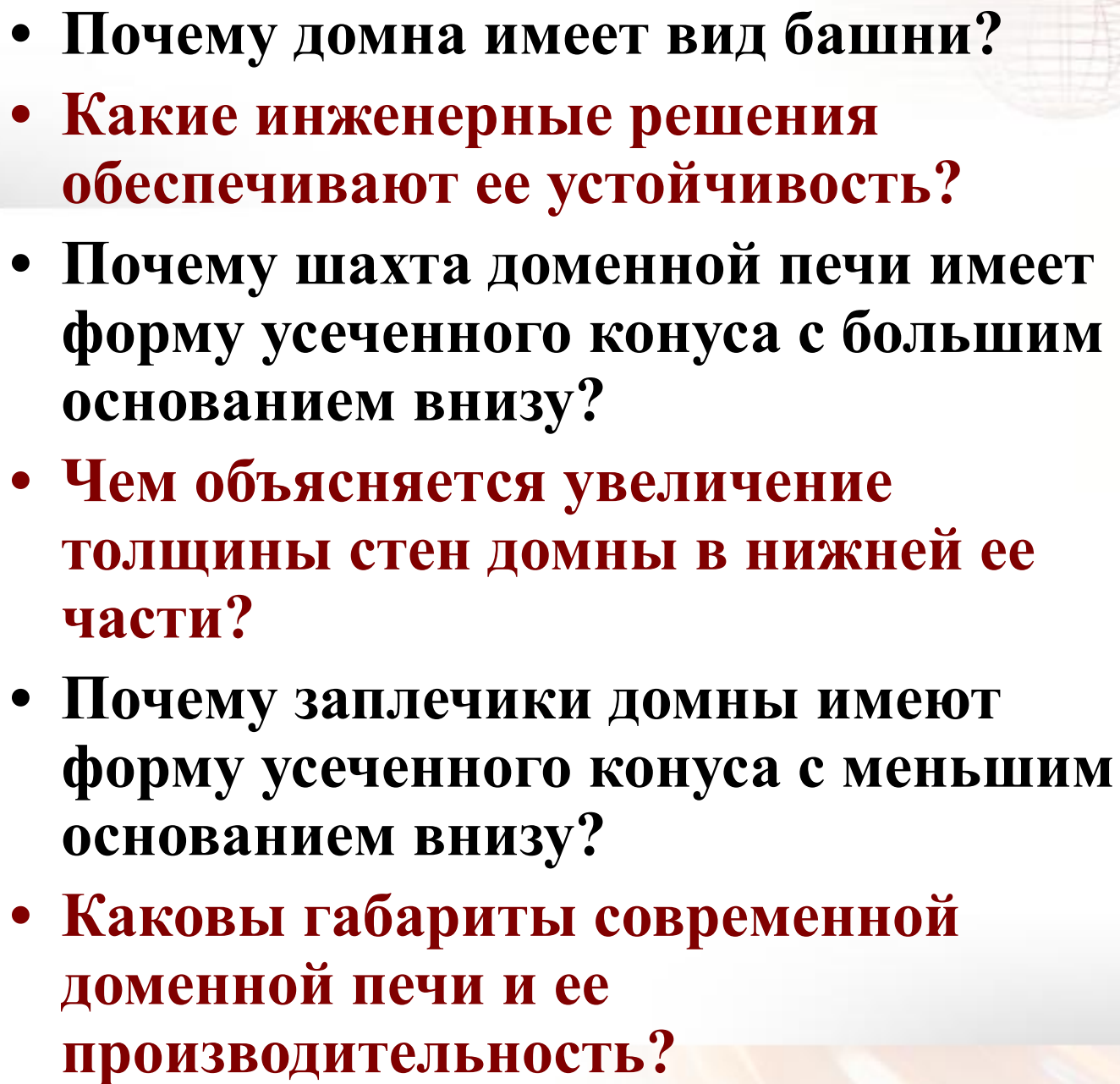
- **Выплавленный в домне чугун представляет собой сплав железа с углеродом (до 4,5%), а также с серой (до 0,8%), фосфором (до 2,5%), кремнием, мышьяком, марганцем.**
- **В зависимости от количества того или иного элемента зависят свойства чугуна и деление его на сорта**

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. The overall color palette is warm, with orange and yellow tones. The text is presented on a white, rounded rectangular banner that overlaps the scene.

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?**