***ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ***

1. Способ прямого восстановления оксидов (2) металлов с использованием восстановительного газа, который основан на, по меньшей мере, одном газе-предшественнике, причем, по меньшей мере, один газ-предшественник (15, 22) основан на газе риформинга, полученном посредством каталитического риформинга углеводородсодержащего газа (4) в установке (3) риформинга, ***отличающийся*** тем, что при подготовке восстановительного газа, по меньшей мере, один основанный на газе риформинга газ-предшественник, необязательно, дополнительно также один или несколько других газов-предшественников, нагревают посредством электрической энергии, причем по меньшей мере, частичное количество электрической энергии вводят в газ-предшественник (15, 22) посредством плазмы (16).

2. Способ по п.1, ***отличающийся*** тем, что основанный на газе риформинга газ- предшественник нагревают посредством электрической энергии до температуры, которая на величину до 200°C выше его температуры выхода из установки риформинга.

3. Способ по любому из п.п.1, 2, ***отличающийся*** тем, что предусмотренный для электрического нагрева газ-предшественник (15, 22) перед нагревом посредством электрической энергии уже нагрет другим способом, предпочтительно, по меньшей мере, до 700°C, наиболее предпочтительно, по меньшей мере, до 750°C.

4. Способ по любому из п.п.1-3, ***отличающийся*** тем, что предусмотренный для электрического нагрева газ-предшественник (15, 22) нагревают посредством электрической энергии до температуры выше 800°C, предпочтительно выше 900°C.

5. Способ по любому из п.п. 1-4, ***отличающийся*** тем, что температура восстановительного газа при его введении в содержащий восстанавливаемые оксиды металлов агрегат (9) восстановления составляет, по меньшей мере, выше 800°C, предпочтительно, по меньшей мере, выше 900°C, наиболее предпочтительно, по меньшей мере, 940°C, и до 1100°C, предпочтительно до 1050°C, наиболее предпочтительно до 1000°C.

6. Способ по любому из п.п.1-5, ***отличающийся*** тем, что к газу- предшественнику (15, 22), который нагревают посредством электрической энергии, добавляют углеводородсодержащий добавочный газ перед и/или во время и/или после того, как его нагревают посредством электрической энергии.

7. Способ по любому из п.п.1-6, ***отличающийся*** тем, что, по меньшей мере, частичное количество углеводородсодержащего добавочного газа подвергают риформингу на месте, прежде чем восстановительный газ вводят в содержащий оксиды (2) металлов агрегат (9) восстановления.

8. Способ по любому из п.п.1-7, ***отличающийся*** тем, что, по меньшей мере, частичное количество углеводородсодержащего газа-предшественника подвергают риформингу на месте, прежде чем восстановительный газ вводят в содержащий оксиды (2) металлов агрегат (9) восстановления.

9. Способ по любому из п.п.1-9, ***отличающийся*** тем, что для прямого восстановления оксидов (2) металлов используют, по меньшей мере, один добавочный восстановительный газ.

10. Устройство (1) для прямого восстановления оксидов (2) металлов посредством восстановительного газа, включающее в себя установку (3) каталитического риформинга для получения газа риформинга, линию (5) газа риформинга для выведения газа риформинга из установки (3) каталитического риформинга, агрегат (9) восстановления, линию (8) восстановительного газа для введения восстановительного газа в агрегат (9) восстановления, ***отличающееся*** тем, что устройство включает в себя, по меньшей мере, одну линию (6) газа- предшественника, и, по меньшей мере, одна линия (6) газа-предшественника включает в себя устройство (7, 10, 17) электрического нагрева газа, и, по меньшей мере, одна линия (6) газа-предшественника выходит из линии (5) газа риформинга, причем, по меньшей мере, одна выходящая из линии газа риформинга линия газа-предшественника включает в себя устройство электрического нагрева газа, причем каждая линия (6) газа-предшественника входит в линию (8) восстановительного газа, при этом устройство (10) электрического нагрева газа включает в себя, по меньшей мере, две плазменные горелки, наиболее предпочтительно, по меньшей мере, три плазменные горелки

11. Устройство по п.10, ***отличающееся*** тем, что устройство (1) для прямого восстановления включает в себя, по меньшей мере, одну линию (35) добавочного восстановительного газа для введения добавочного восстановительного газа в агрегат (9) восстановления.

12. Устройство по любому из п.п. 10, 11, ***отличающееся*** тем, что устройство (10) электрического нагрева газа включает в себя, по меньшей мере, одну камеру (11) нагрева с плазменной горелкой (12), по меньшей мере, с одним выходным отверстием для выведения нагретого газа и, по меньшей мере, с одним входным отверстием (14a, 14b) для введения газа-предшественника (15) и, по меньшей мере, с одной продольной стенкой (13) камеры нагрева, если смотреть в продольной протяженности от входного отверстия к выходному отверстию, причем плазменная горелка (12) расположена посередине в камере (11) нагрева, и причем входное отверстие (14a, 14b) расположено между плазменной горелкой (12) и продольной стенкой (13) камеры нагрева.

13. Устройство по любому из п.п. 10-12, ***отличающееся*** тем, что устройство (17) электрического нагрева газа включает в себя, по меньшей мере, одну камеру (18) нагрева с плазменной горелкой (19), по меньшей мере, с одним выходным отверстием (23) для выведения нагретого газа и, по меньшей мере, с одним входным отверстием для введения газа-предшественника (22) и, по меньшей мере, с одной продольной стенкой камеры нагрева, если смотреть в продольной протяженности от входного отверстия к выходному отверстию (23), причем входное отверстие расположено таким образом, и камера (18) нагрева имеет такую форму, что введенный поток газа- предшественника (22) протекает по спирали вокруг плазменной горелки (19) между плазменной горелкой (19) и продольной стенкой камеры нагрева от входного отверстия к выходному отверстию (23).

14. Устройство по п.13, ***отличающееся*** тем, что входное отверстие расположено асимметрично к продольной оси камеры нагрева и подходит для того, чтобы направлять газ-предшественник по касательной к продольной стенке камеры нагрева в камеру нагрева.

15. Устройство по п.13 или п.14, ***отличающееся*** тем, что гидравлический диаметр входного отверстия находится в диапазоне от 25% до 75% гидравлического диаметра камеры нагрева.

16. Устройство по п.13 или п.14, ***отличающееся*** тем, что камера нагрева включает в себя цилиндрическую деталь входной части с входным отверстием и коническую выходную часть с выходным отверстием, и гидравлический диаметр входного отверстия находится в диапазоне от 25% до 75% диаметра входной части.

17. Устройство по любому из п.п.13, 14 или 16, ***отличающееся*** тем, что камера нагрева включает в себя цилиндрическую деталь входной части с входным отверстием и коническую выходную часть с выходным отверстием, причем отношение высоты входной части к диаметру входной части находится в диапазоне от 1 до 10, предпочтительно от 1 до 5, наиболее предпочтительно от 1 до 2,5.

18. Устройство по любому из п.п.13, 14, 16 или 17, ***отличающееся*** тем, что камера нагрева включает в себя цилиндрическую деталь входной части с входным отверстием и коническую выходную часть с выходным отверстием, причем угол боковой стенки камеры нагрева выходной части к продольной оси находится в диапазоне 5°-45°.

19. Устройство по любому из п.п.10-18, ***отличающееся*** тем, что устройство (7, 10, 17) нагрева газа включает в себя, по меньшей мере, одну камеру нагрева, в которой имеются несколько плазменных горелок.