

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046978**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.05.17**

(21) Номер заявки  
**202391123**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.11.20**

(51) Int. Cl. **B01F 7/00** (2006.01)  
**B01F 7/22** (2006.01)  
**B01J 8/22** (2006.01)

---

(54) **ПЕРЕМЕШИВАЮЩАЯ КРЫЛЬЧАТКА, УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ**

---

(43) **2023.07.21**

(86) **PCT/FI2020/050785**

(87) **WO 2022/106745 2022.05.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**МЕТСО ОУТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ  
(FI)**

(72) Изобретатель:

**Латва-Кокко Марко, Ся Цилян,  
Иммонен Пекка (FI)**

(74) Представитель:

**Билык А.В., Поликарпов А.В.,  
Соколова М.В., Путинцев А.И.,  
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Дмитриев  
А.В., Бучака С.М., Бельтюкова М.В.  
(RU)**

(56) **US-A1-2017153561  
WO-A1-2010043762  
FI-B-125546  
US-A1-2018117551**

(57) Предложены перемешивающая крыльчатка (1), устройство и применение. Крыльчатка (1) содержит ступичный диск (2), содержащий конструкцию (3) крепления вала, расположенную в центре ступицы и предназначенную для приема вала (4) центрально и перпендикулярно от верхней стороны ступичного диска (2), группу верхних лопаток (5), расположенных на верхней стороне ступичного диска (2), и группу нижних лопаток (6), расположенных на нижней стороне ступичного диска (2). Верхние лопатки и нижние лопатки имеют угол наклона, который представляет собой угол между радиусом (r) ступичного диска (2), проходящим через пересечение ступичного диска (2) и поверхности (14) набегания лопатки у внутренней кромки (7) лопатки, и направлением пересечения поверхности набегания лопатки и ступичного диска. По меньшей мере, одна из указанной группы верхних лопаток (5) расположена так, что угол (Ju) наклона имеет значение в диапазоне от 5° до 45°, а угол (Jl) наклона нижних лопаток (6) отличается от указанного угла (Ju) наклона, по меньшей мере, одной из указанной группы верхних лопаток.

**046978 B1**

**046978 B1**

### Уровень техники

Изобретение относится к перемешивающей крыльчатке.

Изобретение также относится к устройству для смешивания газа с пульпой.

Кроме того, изобретение относится к применению перемешивающей крыльчатки.

Перемешивающие крыльчатки обычно используются в процессах смешивания газа с пульпой. Выявлено, что многие крыльчатки имеют очень серьезную эрозию и ограниченный срок службы.

### Сущность изобретения

С точки зрения первого аспекта, может быть предложена перемешивающая крыльчатка, содержащая ступичный диск, содержащий конструкцию крепления вала, расположенную по центру ступицы и предназначенную для приема вала по центру и перпендикулярно с верхней стороны ступичного диска, группу верхних лопаток, расположенных на верхней стороне ступичного диска, группу нижних лопаток, расположенных на нижней стороне ступичного диска, при этом угол наклона по меньшей мере одной из указанной группы верхних лопаток имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ , и угол наклона нижних лопаток отличается от указанного угла наклона по меньшей мере одной из указанной группы верхних лопаток.

Таким образом, может быть получена крыльчатка с улучшенным распределением частиц вокруг поверхности крыльчатки и более однородным распределением скоростей в области лопаток крыльчатки и, таким образом, с уменьшенной эрозией и увеличенным сроком службы.

С точки зрения еще одного аспекта, может быть предложено устройство для смешивания газа с пульпой, содержащее смесительный бак, по меньшей мере одну перемешивающую крыльчатку, описанную выше, расположенную в смесительном баке и прикрепленную к валу, и двигатель для вращения вала и перемешивающей крыльчатки.

Таким образом, может быть получено устройство, имеющее меньшую потребность в техническом обслуживании или замене крыльчатки.

Перемешивающая крыльчатка и устройство характеризуются тем, что указано в независимых пунктах формулы изобретения. Некоторые другие варианты выполнения отличаются тем, что указано в других пунктах формулы изобретения. Варианты выполнения изобретения также раскрыты в описании и чертежах этой патентной заявки. Признаки различных вариантов выполнения изобретения в пределах объема основной изобретательской идеи могут применяться и к другим вариантам выполнения.

В одном варианте выполнения угол наклона по меньшей мере половины верхних лопаток, предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ .

Преимущество состоит в том, что распределение частиц и распределение скоростей могут быть дополнительно улучшены.

В одном варианте угол наклона верхней лопатки имеет значение в диапазоне от  $10^\circ$  до  $40^\circ$ , предпочтительно от  $20^\circ$  до  $35^\circ$ .

Преимущество состоит в том, что распределение частиц и распределение скоростей могут быть улучшены еще больше.

В одном варианте выполнения угол набегания по меньшей мере одной из указанной группы верхних лопаток имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .

Преимущество состоит в том, что может быть достигнута низкая потребляемая мощность крыльчатки.

В одном варианте выполнения угол набегания по меньшей мере половины верхних лопаток, предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .

Преимущество состоит в том, что потребляемая мощность крыльчатки может быть снижена еще больше.

В одном варианте выполнения внутренняя кромка верхней лопатки является скошенной и/или криволинейной.

Преимущество состоит в том, что области верхней лопатки, которые наиболее подвержены эрозии, могут быть уменьшены, и, таким образом, может быть достигнут более длительный срок службы крыльчатки.

В одном варианте выполнения высота верхней лопатки составляет от 12% до 20% диаметра (D) крыльчатки.

Преимущество состоит в том, что могут быть достигнуты низкие напряжения сдвига и низкие (максимальные) суммарные давления на поверхность крыльчатки.

В одном варианте выполнения угол наклона по меньшей мере одной из указанной группы нижних лопаток имеет значение в диапазоне от  $-35^\circ$  до  $35^\circ$ , предпочтительно от  $-10^\circ$  до  $10^\circ$ , более предпочтительно  $0^\circ$ .

Преимущество состоит в том, что может быть достигнута высокая производительность насоса.

В одном варианте выполнения угол наклона по меньшей мере половины нижних лопаток, предпочтительно всех нижних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $-35^\circ$  до  $35^\circ$ , предпочтительно от  $-10^\circ$  до

10°, более предпочтительно 0°.

Преимущество заключается в том, что может быть достигнута еще более высокая производительность насоса.

В одном варианте выполнения угол набегания по меньшей мере одной из указанной группы нижних лопаток имеет значение в диапазоне от 65° до 85°, предпочтительно от 70° до 80°.

Преимущество состоит в том, что может быть достигнута низкая потребляемая мощность крыльчатки.

В одном варианте выполнения угол набегания по меньшей мере половины нижних лопаток, предпочтительно всех нижних лопаток, имеет значение в диапазоне от 65° до 85°, предпочтительно от 70° до 80°.

Преимущество состоит в том, что потребляемая мощность крыльчатки может быть дополнительно снижена.

В одном варианте выполнения угол набегания по меньшей мере одной из указанной группы нижних лопаток, предпочтительно по меньшей мере половины нижних лопаток, более предпочтительно всех нижних лопаток, отличается от угла (углов) набегания верхних лопаток.

Преимущество состоит в том, что потребляемая мощность крыльчатки может быть оптимизирована.

В одном варианте выполнения внутренняя кромка нижней лопатки является криволинейной.

Преимущество состоит в том, что указанная форма внутренней кромки может улучшить газорассеивающие свойства крыльчатки.

В одном варианте высота нижней лопатки имеет значение в диапазоне от 20% до 30% диаметра (D) крыльчатки.

Преимущество состоит в том, что поток вблизи стенок смесительного бака может быть усилен.

В одном варианте выполнения ступичный диск вокруг конструкции крепления к валу имеет одинаковую толщину.

Преимущество состоит в том, что ступичный диск более практично изготавливать из цельного листового материала.

В одном варианте выполнения общая высота крыльчатки имеет значение в диапазоне от 35% до 50% диаметра крыльчатки.

Преимущество состоит в том, что могут быть достигнуты низкие напряжения сдвига и низкие суммарные давления на поверхность крыльчатки.

В одном варианте выполнения длина лопатки имеет значение в диапазоне от 50% до 60% радиуса крыльчатки.

Преимущество состоит в том, что потребляемая мощность крыльчатки может быть оптимизирована.

В одном варианте выполнения количество верхних лопаток равно количеству нижних лопаток.

Преимущество состоит в том, что равновесие крыльчатки может быть улучшено.

В одном варианте выполнения устройство содержит автоклав.

Преимущество заключается в том, что крыльчатку можно использовать в процессах, где требуются повышенные температура и давление, таких как процесс окисления при высоких давлениях (РОХ) для выщелачивания различных сульфидных минералов, содержащих железо, никель, кобальт, цинк или медь.

#### **Краткое описание чертежей**

Некоторые варианты выполнения, иллюстрирующие настоящее изобретение, описаны более подробно на прилагаемых чертежах, на которых:

Фиг. 1 изображает схематический вид в аксонометрии перемешивающей крыльчатки.

Фиг. 2 изображает схематический вид сверху перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1.

Фиг. 3 изображает схематический вид снизу перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1.

Фиг. 4 изображает схематический вид сбоку перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1.

Фиг. 5 изображает схематический вид сбоку смесительного устройства в частичном поперечном разрезе.

Фиг. 6 иллюстрирует структуру потока перемешивающей крыльчатки предшествующего уровня техники, и

Фиг. 7 иллюстрирует структуру потока предложенной перемешивающей крыльчатки.

На чертежах некоторые варианты выполнения показаны упрощенно для ясности. Аналогичные детали отмечены одинаковыми номерами позиций на чертежах.

#### **Подробное описание**

Фиг. 1 изображает схематический вид в аксонометрии перемешивающей крыльчатки, фиг. 2 изображает схематический вид сверху перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1, фиг. 3 изображает схематический вид снизу перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1, а фиг. 4 изображает схематический вид сбоку перемешивающей крыльчатки, показанной на фиг. 1.

Перемешивающая крыльчатка 1 содержит ступичный диск 2, который содержит конструкцию 3

крепления вала, расположенную по центру ступичного диска и предназначенную для приема вала 4 по центру и перпендикулярно с верхней стороны ступичного диска 2. Следует отметить, что на чертежах показана только часть вала. Вал 4 может быть прикреплен к крепежной конструкции 3, например, с помощью средств крепления, таких как болты, сварка и т.п. Крыльчатка 1 может быть присоединена к валу 4 с возможностью снятия, т.е. крыльчатка может быть заменена новой без замены вала 4. В другом варианте выполнения крыльчатка 1 крепится к валу 4 без возможности снятия, т.е. крыльчатка и вал 4 заменяются как единое целое. Направление вращения крыльчатки 1 показано стрелкой R.

Крыльчатка 1 содержит группу верхних лопаток 5, расположенных на верхней стороне ступичного диска 2, и группу нижних лопаток 6, расположенных на нижней стороне ступичного диска 2.

Крыльчатка 1 изготовлена из металлического материала, такого как сталь или титановый сплав. В некоторых вариантах выполнения крыльчатка 1 или по меньшей мере некоторые участки ее поверхности имеют покрытие. Предпочтительно, лопатки 5, 6 и ступичный диск 2 изготовлены из листового материала.

Лопатка 5, 6 обычно изготавливается отдельно и прикрепляется к ступичному диску 2, например, с помощью сварки. В одном варианте выполнения в ступичном диске 2 может быть выполнен паз 13 (показан на фиг. 4), в котором расположена лопатка и прикреплена к нему, например, сваркой. Лопатка 5, 6 может содержать шип, расположенный в пазе (как показано на фиг. 4), или, в качестве альтернативы, паз имеет ширину, соответствующую ширине лопатки. В еще одном варианте выполнения для крепления лопатки к ступичному диску используется врезное и шиповое соединение.

Угол  $J_u$  наклона по меньшей мере одной из группы верхних лопаток 5 имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ . Угол наклона (верхний угол  $J_u$  наклона, показанный на фиг. 2, и нижний угол  $J_l$  наклона, показанный на фиг. 3) в данном описании представляет собой угол между радиусом  $r$  ступичного диска, пересекающим пересечение ступичного диска 2 и поверхности 14 набегания лопатки у внутренней кромки 7, и направлением пересечения поверхности набегания лопатки и ступичного диска.

Положительный угол наклона означает, что при вращении крыльчатки в направлении R внутренняя кромка лопатки пересекает радиус  $r$  крыльчатки раньше, чем внешняя кромка указанной лопатки.

В одном варианте выполнения угол  $J_u$  наклона верхней лопатки 5 имеет значение в диапазоне от  $10^\circ$  до  $40^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $J_u$  наклона верхней лопатки 5 имеет значение в диапазоне от  $20^\circ$  до  $35^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $J_u$  наклона по меньшей мере половины верхних лопаток 5, предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ , например, в диапазоне от  $10^\circ$  до  $40^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $J_u$  наклона по меньшей мере половины верхних лопаток 5, предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $20^\circ$  до  $35^\circ$ .

В одном варианте выполнения, показанном на чертежах, угол  $J_u$  наклона всех верхних лопаток 5 имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ , точнее приблизительно  $25^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $L_u$  набегания (показан на фиг. 4) по меньшей мере одной из указанной группы верхних лопаток 5 имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , например, в диапазоне от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ . В варианте выполнения, показанном на чертежах, угол  $L_u$  набегания всех верхних лопаток 5 имеет значение в указанном диапазоне, точнее приблизительно  $75^\circ$ .

Угол набегания в настоящем описании - это угол между ступичным диском 2 и передней поверхностью лопатки.

Угол  $J_l$  наклона нижних лопаток 6 отличается от угла  $J_u$  наклона верхних лопаток.

В одном варианте выполнения угол  $J_l$  наклона нижней лопатки 6 выбран в диапазоне от  $-35^\circ$  до  $35^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $J_l$  наклона нижней лопатки 6 выбран в диапазоне от  $-10^\circ$  до  $10^\circ$ .

В одном варианте выполнения, таком как показанный на чертежах, угол  $J_l$  наклона нижних лопаток составляет  $0^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $L_l$  набегания по меньшей мере одной, например, по меньшей мере половины или даже всех нижних лопаток 6 имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , например, в диапазоне от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ . В одном варианте выполнения, таком как показанный на чертежах, угол  $L_l$  набегания нижних лопаток составляет  $75^\circ$ .

В одном варианте выполнения угол  $L_l$  набегания по меньшей мере одной из нижних лопаток отличается от угла (углов)  $L_u$  набегания верхних лопаток.

В одном варианте выполнения угол  $L_l$  набегания по меньшей мере половины нижних лопаток отличается от угла (углов)  $L_u$  набегания верхних лопаток.

В одном варианте выполнения угол  $L_l$  набегания всех нижних лопаток отличается от угла (углов)  $L_u$  набегания верхних лопаток.

Форма верхних и нижних лопаток 5, 6 может различаться. Например, внутренняя кромка 7 лопатки 5, 6 может иметь скошенную или криволинейную форму, или комбинацию скошенной и криволинейной формы. В одном варианте выполнения все верхние лопатки 5 имеют одинаковую форму. В одном вари-

анте выполнения все нижние лопатки 6 имеют одинаковую форму. Однако указанное сходство не всегда необходимо.

В одном варианте выполнения, таком как показанный на чертежах, верхняя лопатка 5 имеет скошенную внутреннюю кромку, тогда как нижняя лопатка 6 имеет криволинейную форму. Лопатка может быть сплошной, но также может иметь по меньшей мере одно отверстие, через которое может протекать текущая среда.

В одном варианте выполнения высота  $H_u$  верхней лопатки составляет от 12% до 20% диаметра  $D$  крыльчатки.

В одном варианте выполнения высота  $H_l$  нижней лопатки 6 составляет от 20% до 30% диаметра  $D$  крыльчатки.

В одном варианте выполнения ступичный диск 2 вокруг конструкции 3 крепления к валу имеет одинаковую толщину. Ступичный диск 2 предпочтительно изготовлен из цельного листа металла. Однако в некоторых вариантах выполнения ступичный диск 2 может иметь переменную толщину, например, толщина может увеличиваться от внешнего края к конструкции 3 крепления к валу. В одном варианте выполнения эта толщина у конструкции 3 крепления к валу составляет на 30-50% больше, чем на внешнем крае.

Ступичный диск 2 может иметь круглую форму, как показано на чертежах. В одном варианте выполнения диск 2 имеет многоугольную форму, например, так что внешний край диска 2 проходит прямо между двумя лопатками.

Диаметр крыльчатки обычно имеет значение в диапазоне от 500 мм до 3000 мм. В одном варианте выполнения, например, показанном на чертежах, диаметра  $D$  крыльчатки по меньшей мере практически равен диаметру ступичного диска 2, поскольку внешние кромки 8 лопаток 5, 6 заканчиваются на внешнем крае ступичного диска 2. Однако следует отметить, что в другом варианте выполнения по меньшей мере некоторые из лопаток могут выступать за внешний край ступичного диска 2. В еще одном варианте выполнения по меньшей мере некоторые из лопаток 5, 6 не проходят к внешнему краю ступичного диска 2.

В одном варианте выполнения общая высота  $H_{tot}$  (показана на фиг. 4) крыльчатки имеет значение в диапазоне от 35% до 50% диаметра ( $D$ ) крыльчатки.

В одном варианте выполнения длина  $L$  лопатки составляет от 50% до 60% радиуса крыльчатки. Указанная длина  $L$  измеряется на пересечении лопатки и ступичного диска 2.

В одном варианте выполнения, например, показанном на чертежах, количество верхних лопаток 5 равно количеству нижних лопаток 6. В другом варианте выполнения количество верхних лопаток 5 больше, чем количество нижних лопаток 6. В еще одном варианте выполнения количество верхних лопаток 5 меньше, чем количество нижних лопаток 6. Может быть четное количество или нечетное количество лопаток.

В одном варианте выполнения, например, показанном на чертежах, нижние лопатки 6 выровнены, по меньшей мере, по существу с верхними лопатками 5. Однако это не всегда необходимо. Таким образом, в другом варианте выполнения лопатки не выровнены.

Фиг. 5 изображает схематический вид сбоку смесительного устройства 100 в частичном поперечном разрезе.

Устройство 100 содержит смесительный бак 9, такой как автоклав, и перемешивающую крыльчатку (а) 1, описанную в настоящем описании, расположенную в смесительном баке 9 и прикрепленную к валу 4.

Устройство 100, показанное на фиг. 5, содержит три отсека 10. Первый из отсеков 10а имеет одну перемешивающую крыльчатку 1, описанную в настоящем описании. Второй отсек 10b имеет две перемешивающих крыльчатки, прикрепленных к одному и тому же валу 4. Одна из указанных крыльчаток представляет собой крыльчатку 1, описанную в настоящем описании, а другая крыльчатка 12 представляет собой крыльчатку другого типа, которая отличается от крыльчатки 1. Третий отсек 10с, показанный на фиг. 5, содержит только крыльчатку 12, которая отличается от крыльчаток 1, описанных в этом описании. Таким образом, не все крыльчатки, включенные в устройство 100, обязательно должны относиться к типу, описанному в этом описании.

Крыльчатки 1, 12 выполнены с возможностью вращения двигателем 11, таким как электродвигатель.

Следует отметить, что конструкция 100 может варьироваться во многих отношениях. Например, количество отсеков может быть один, два или более трех. Может быть использовано две или большее количество перемешивающих крыльчаток 1, расположенных на двух или большем количестве валов 4 в одном отсеке.

В одном варианте выполнения автоклав 9 выполнен с возможностью окисления под давлением суспендированного материала. Суспендированный материал может содержать, например, по меньшей мере один сульфидный материал.

В одном варианте выполнения перемешивающая крыльчатка 1 и устройство 100 используются для смешивания газа с пульпой. В одном варианте выполнения указанная суспензия имеет концентрацию

частиц в диапазоне от 10 до 60 мас. %.

В одном варианте выполнения крыльчатка 1 и устройство 100 используются для выщелачивания сульфидного материала, содержащего железо.

В одном варианте выполнения крыльчатка 1 и устройство 100 используются для выщелачивания сульфидного материала, содержащего никель.

В одном варианте выполнения крыльчатка 1 и устройство 100 используются для выщелачивания сульфидного материала, содержащего кобальт.

В одном варианте выполнения крыльчатка 1 и устройство 100 используются для выщелачивания сульфидного материала, содержащего цинк.

В одном варианте выполнения крыльчатка 1 и устройство 100 используются для выщелачивания сульфидного материала, содержащего медь.

На фиг. 6 показана структура потока известной перемешивающей крыльчатки, а на фиг. 7 показана структура потока перемешивающей крыльчатки, раскрытой в настоящем документе. Чем темнее поток, тем выше концентрация частиц. Легко видеть, что концентрация частиц вблизи поверхности крыльчатки явно меньше при использовании новой крыльчатки по сравнению с крыльчаткой предшествующего уровня техники.

Изобретение не ограничено только вариантами выполнения, описанными выше, вместо этого возможны многие варианты выполнения в пределах объема изобретательской идеи, определяемой нижеследующей формулой изобретения. В рамках изобретательской идеи признаки различных вариантов выполнения и применений могут использоваться в сочетании с признаками другого варианта выполнения или применения, или заменять их.

Чертежи и соответствующее описание предназначены только для иллюстрации идеи изобретения. Изобретение может варьироваться в деталях в пределах объема изобретательской идеи, определенной в следующей формуле изобретения.

#### **Номера позиций на чертежах**

- 1 перемешивающая крыльчатка,
- 2 ступичный диск,
- 3 конструкция крепления вала,
- 4 вал,
- 5 верхняя лопатка,
- 6 нижняя лопатка,
- 7 внутренняя кромка,
- 8 внешняя кромка,
- 9 смесительный бак,
- 10 отсек,
- 11 электродвигатель,
- 12 крыльчатка второго типа,
- 13 паз,
- 14 поверхность набегания,
- 100 устройство,
- D диаметр крыльчатки,
- H<sub>u</sub> верхняя высота,
- H<sub>l</sub> нижняя высота,
- H<sub>tot</sub> общая высота,
- J<sub>u</sub> верхний угол наклона,
- J<sub>l</sub> нижний угол наклона,
- L длина лопатки,
- L<sub>u</sub> верхний угол набегания,
- L<sub>l</sub> нижний угол набегания,
- R направление вращения,
- r радиус.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Перемешивающая крыльчатка (1), содержащая ступичный диск (2), содержащий конструкцию (3) крепления вала, расположенную по центру ступицы и предназначенную для приема вала (4) по центру и перпендикулярно с верхней стороны ступичного диска (2),
  - группу верхних лопаток (5), расположенных на верхней стороне ступичного диска (2),
  - группу нижних лопаток (6), расположенных на нижней стороне ступичного диска (2),
  - причем верхние лопатки и нижние лопатки имеют угол наклона, который представляет собой угол между радиусом ( $r$ ) ступичного диска (2), проходящим через пересечение ступичного диска (2) и поверхности (14) набегания лопатки у внутренней кромки (7) лопатки, и направлением пересечения поверхности набегания лопатки и ступичного диска,
  - при этом угол ( $J_u$ ) наклона, по меньшей мере, одной из указанной группы верхних лопаток (5) имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ ,
  - и угол ( $J_l$ ) наклона нижних лопаток (6) отличается от указанного угла ( $J_u$ ) наклона, по меньшей мере, одной из указанной группы верхних лопаток.
2. Перемешивающая крыльчатка по п.1, в которой угол ( $J_u$ ) наклона по меньшей мере половины верхних лопаток (5), предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $5^\circ$  до  $45^\circ$ .
3. Перемешивающая крыльчатка по п.1 или 2, в которой указанный угол ( $J_u$ ) наклона верхней лопатки (5) имеет значение в диапазоне от  $10^\circ$  до  $40^\circ$ , предпочтительно от  $20^\circ$  до  $35^\circ$ .
4. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $L_u$ ) набегания, по меньшей мере, одной из указанной группы верхних лопаток (5) имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .
5. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $L_u$ ) набегания по меньшей мере половины верхних лопаток (5), предпочтительно всех верхних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .
6. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой внутренняя кромка (7) верхней лопатки является скошенной и/или криволинейной.
7. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой высота ( $H_u$ ) верхней лопатки составляет от 12% до 20% диаметра ( $D$ ) крыльчатки.
8. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $J_l$ ) наклона, по меньшей мере, одной из указанной группы нижних лопаток (6) имеет значение в диапазоне от  $-35^\circ$  до  $35^\circ$ , предпочтительно от  $-10^\circ$  до  $10^\circ$ , более предпочтительно  $0^\circ$ .
9. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $J_l$ ) наклона по меньшей мере половины нижних лопаток (6), предпочтительно всех нижних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $-35^\circ$  до  $35^\circ$ , предпочтительно от  $-10^\circ$  до  $10^\circ$ , более предпочтительно  $0^\circ$ .
10. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $L_l$ ) набегания, по меньшей мере, одной из указанной группы нижних лопаток (6) имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .
11. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $L_l$ ) набегания по меньшей мере половины нижних лопаток (6), предпочтительно всех нижних лопаток, имеет значение в диапазоне от  $65^\circ$  до  $85^\circ$ , предпочтительно от  $70^\circ$  до  $80^\circ$ .
12. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой угол ( $L_l$ ) набегания, по меньшей мере, одной из указанной группы нижних лопаток (6), предпочтительно по меньшей мере половины нижних лопаток (6), более предпочтительно всех нижних лопаток, отличается от угла (углов) ( $L_l$ ) набегания верхних лопаток (5).
13. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой внутренняя кромка (7) нижней лопатки (6) является криволинейной.
14. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой высота ( $H_l$ ) нижней лопатки (6) составляет от 20% до 30% диаметра ( $D$ ) крыльчатки.
15. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой ступичный диск (2) имеет одинаковую толщину вокруг конструкции (3) крепления вала.
16. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой ее общая высота ( $H_{tot}$ ) имеет значение в диапазоне от 35% до 50% ее диаметра ( $D$ ).
17. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой длина ( $L$ ) лопатки составляет от 50% до 60% радиуса крыльчатки.
18. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой количество верхних лопаток (5) равно количеству нижних лопаток (6).
19. Перемешивающая крыльчатка по любому из предшествующих пунктов, в которой ее диаметр ( $D$ ) по меньшей мере по существу равен диаметру ступичного диска (2).
20. Устройство (100) для смешивания газа с пульпой, содержащее смесительный бак (9), по мень-

шей мере, одну перемешивающую крыльчатку (1) по любому из пп.1-19, расположенную в смесительном баке (9) и прикрепленную к валу (4), и двигатель (11) для вращения вала (4) и перемешивающей крыльчатки (1).

21. Устройство по п.20, в котором смесительный бак (9) представляет собой автоклав.

22. Устройство по п.21, в котором автоклав выполнен с возможностью окисления под высоким давлением суспендированного материала, содержащего, по меньшей мере, один сульфидный материал.

23. Устройство по любому из пп.20-22, содержащее, по меньшей мере, две перемешивающие крыльчатки (1) по любому из пп.1-19.

24. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для смешивания газа с пульпой.

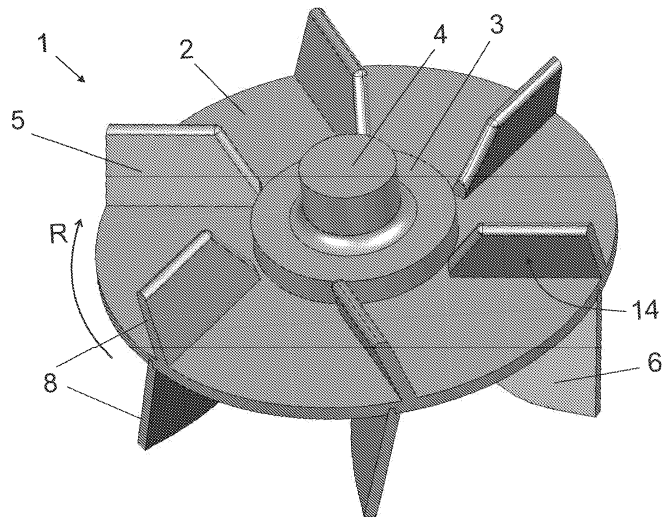
25. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для выщелачивания сульфидного материала, содержащего железо.

26. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для выщелачивания сульфидного материала, содержащего никель.

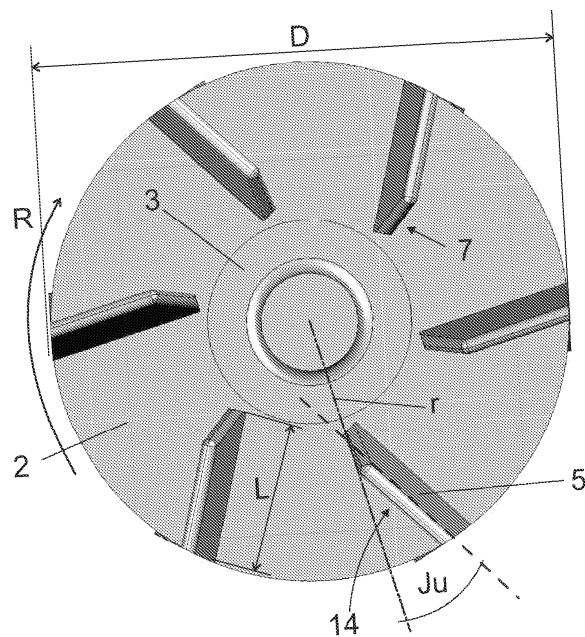
27. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для выщелачивания сульфидного материала, содержащего кобальт.

28. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для выщелачивания сульфидного материала, содержащего цинк.

29. Применение перемешивающей крыльчатки по любому из пп.1-19 для выщелачивания сульфидного материала, содержащего медь.

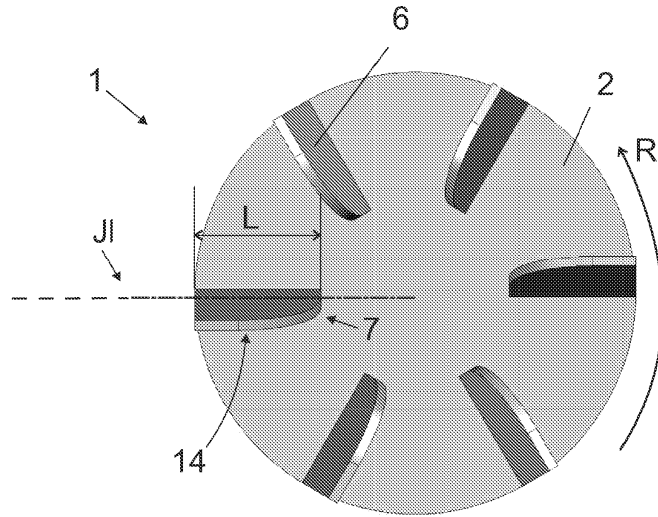


Фиг. 1

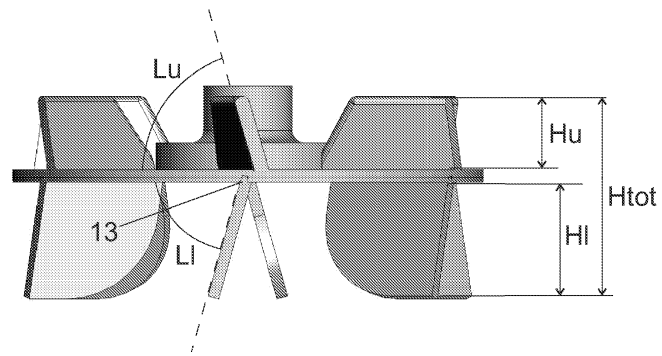


Фиг. 2

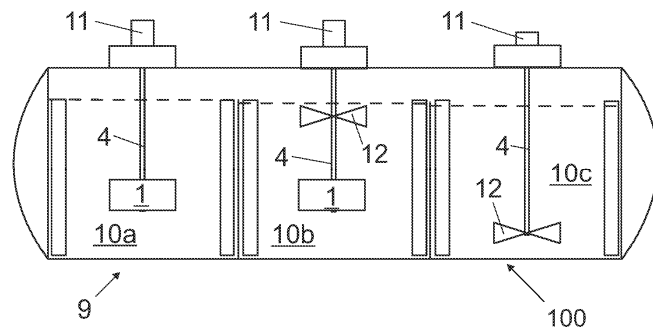




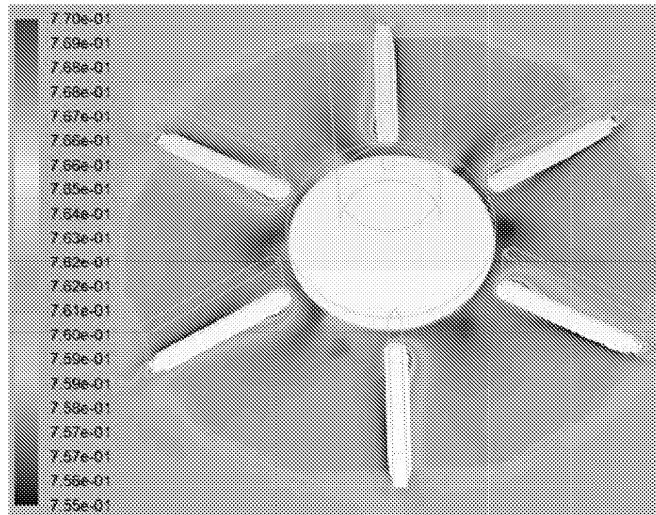
Фиг. 3



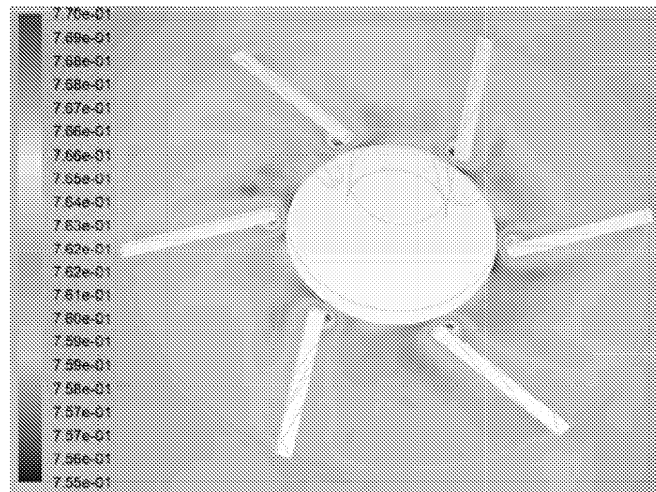
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6 (Уровень техники)



Фиг. 7

