



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

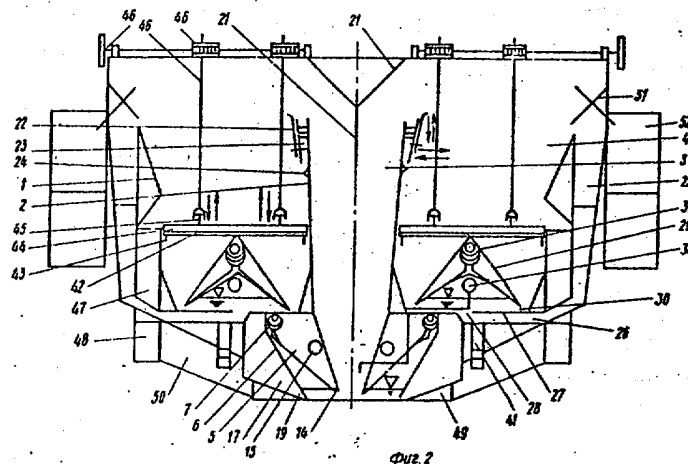
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4829563/03
(22) 25.05.90
(46) 07.06.92. Бюл. № 21
(71) Кузнецкий научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт углеобогащения
(72) М.А. Рубец
(53) 622.765.43(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1117085, кл. В 03 D 1/14, 1983.
Авторское свидетельство СССР № 1660756, кл. В 03 D 1/24, 1988.
(54) ФЛОТАЦИОННАЯ МАШИНА
(57) Использование: при обогащении полезных ископаемых, очистке промышленных и сточных вод. Сущность изобретения: камера 1 машины разделена перегородками 2 на флотационный отсек 3 и два боковых флотационно-сепарационных отсека 4, в которые помещены глубинные струйные аэраторы, состоящие из камер 5, напорных трубопроводов 7, выполненных в виде эксцентрично и герметично соединенных цилиндров с общей верхней образующей и уменьшающимися

2

ся по ходу движения потока рабочей жидкости диаметрами и постоянной удельной площадью поперечного сечения, приходящейся на каждое последующее по ходу движения потока сопло-насадку 8. При этом цилиндры трубопровода 7 соединены с соплами-насадками 8 вертикальными патрубками 9 с длиной, возрастающей по ходу движения потока, удельная площадь поперечного сечения трубопровода 7 в 2,5–6 раз превосходит площадь отверстия сопла-насадки 8. Такое выполнение позволяет выравнять скорость струй жидкости, выходящих из всех сопел-насадок 8. Снабжение последних направляющими элементами 10 в форме желобков с бортами и вогнутым по ходу движения потока и плоским в поперечном сечении днищем, разделенным рассекателями 11 и 12 на четное число каналов 13, позволяет преобразовать круглую струю жидкости, выходящую из сопла-насадки 8, в систему плоских струй, падающих на поверхность раздела газ-жидкость в камерах 5 аэраторов. 13 ил.



Изобретение относится к флотации и может быть использовано при обогащении полезных ископаемых, очистке промышленных и сточных вод в угольной, металлургической, химической и других отраслях промышленности.

Известна флотационная машина, включающая корпус с днищем, узлы подачи исходного питания и отвода продуктов обогащения, напорный трубопровод, аэра- 5 тор, состоящий из камеры круглой или призматической формы, с закрытым крышкой верхним основанием и открытой со стороны днища машины и сообщенной с воздуховодом, установленными внутри этой камеры под углом к ее оси соплами-насадками, на- 10 правленными к бортам открытой части, регулирующим патрубком с воздуховодом, сообщающимся с атмосферой, и отбойную плиту, выполненную в форме плоского кольца, установленного соосно с камерой аэра- 15 тора с зазором под ее основанием.

Машина имеет малую площадь аэра- 20 ции, что обуславливает небольшой типоразмер камер машины и низкую производительность. Исходное питание не подвергается непосредственной аэрации под воздействием свободно падающих струй, что снижает потенциальные возмож- 25 ности машины по эффективной флотации наиболее тонких классов.

Расход циркуляционной нагрузки, эжектируемой в камеру аэратора через от- 30 верстие в отбойной плите, мал и эта нагрузка содержит незначительное количество твердого. Поэтому циркуляционная нагрузка не оказывает существенного влияния на гидродинамику и интенсификацию процес- 35 са флотации.

Наиболее близкой к предлагаемой явля- 40 ется флотационная машина, включающая камеру с днищем, перегородки, делящие камеру на центральный флотационный отсек и два флотационно-сепарационных отсека с ложными днищами, пульповоды для приема и распределения исходного питания, глу- 45 бинные аэраторы флотационного и флотационно-сепарационных отсеков, состоящие из камер аэраторов в виде перевернутых желобов с открытыми основаниями, регуля- 50 торов уровня раздела газ-жидкость, напорных пульповодов с соплами-насадками и воздуховодов, направляющие с регулируе- 55 мыми зазором и высотой козырьки, успокоительные регулируемые решетки в виде двухрядных колосников с приводами, пуль- поделитель с козырьками, желоба для отбо- ра циркуляционной нагрузки, подключен- ные с помощью воронок к циркуляционным каналам, размещенным между ложными и

действительными днищами флотационно- 5 сепарационных отсеков, приспособления для отбора рабочей жидкости и камерных отходов обогащения, выполненные в виде воронок с прямоугольными основаниями, 10 подключенных к желобам со ступенчато увеличивающейся площадью сечения, круто- наклонные желоба, пеногоны, желоба для приема пенного продукта и пульповыпуск- 15 ные карманы с шиберным устройством.

Известная машина обеспечивает уст- 20 ройство аэраторов различных типоразмеров, в том числе до 6 м по длине и возможность установки нескольких аэрато- 25 ров в одной камере машины без ухудшения ее гидродинамики; регулируемую отдель- ную глубинную аэрацию свободно падаю- щими струями в аэраторах флотационного отсека - исходного питания и в аэраторах 30 флотационно-сепарационных отсеков - циркуляционной нагрузки, транспортируе- мых через камеры этих аэраторов тонким слоем с высокой скоростью; равномерное 35 распределение пульповоздушной смеси по площади аэрации; подачу вспененного ис- ходного питания на предварительно подго- товленный и непрерывно поддерживаемый пенный слой и осуществление в одной ма- шине процессов флотации и пенной сепара- ции с эффективным выделением в пенный 40 продукт тонких классов и зернистых мине- ралов из пульпы флотационной плотности; равномерный регулируемый в широких пре- делах в зависимости от требований техноло- гии отбор циркуляционной нагрузки по всей 45 длине камер флотационной машины; отбор рабочей жидкости с малым содержанием твердого из потока циркуляционной нагруз- ки.

Совокупность этих качеств обеспечива- 50 ет создание высокопроизводительных ма- шин с емкостью камер 12,25 и 40 м³, имеющих удельную производительность в 1,5-2 раза превосходящую высшие миро- вые достижения.

Однако напорные трубопроводы, уста- 55 новленные в камерах глубинных аэраторов для подвода рабочей жидкости к соплам-на- садкам, имеют постоянную площадь попе- речного сечения по всей длине. Поскольку сопла-насадки на трубопроводах размеща- ются с определенным постоянным интерва- лом по их длине, то скорость рабочей жидкости на участках между соплами по хо- 55 ду потока в трубопроводах снижается про- порционально объемному расходу жидкости через впереди стоящие сопла. Вследствие ступенчатого изменения скоро- сти рабочей жидкости на каждом участке трубопровода между соплами изменяется

давление рабочей жидкости в трубопроводах и соответственно изменяются скорости струй рабочей жидкости, выходящих через сопла-насадки в камеры глубинных аэраторов.

Исключение возможности стабилизации скоростей струй рабочей жидкости, выдаваемых каждым соплом в пределах оптимума (для плоских струй ≈ 14 м/с), обуславливает снижение коэффициента эжекции свободно падающих струй на поверхность раздела газ-жидкость и соответственно необходимость увеличения расхода рабочей жидкости для обеспечения заданной подачи диспергированного воздуха в флотомашину.

Пропорционально увеличению расхода рабочей жидкости возрастает энергоемкость процесса флотации, а при использовании воды в качестве рабочей жидкости снижается также производительность флотомашин на величину дополнительного расхода рабочей жидкости. Кроме того, при использовании в качестве рабочей жидкости части флотированной пульпы применение трубопроводов постоянного сечения обуславливает снижение надежности флотомашин в работе, поскольку уменьшение скорости потока по длине напорного трубопровода может привести к выпадению твердого в осадок в конце трубопровода и к последующей его зашламовке.

В флотомашинах, устроенных на принципе аэрации флотированной пульпы с помощью эжектирования и диспергирования воздуха свободно падающими струями на поверхность раздела газ-жидкость, могут быть применены щелевые сопла для образования свободных жидких струй плоской формы, содержащие полый корпус и щель истечения. Эти сопла при подаче в них чистой жидкости позволяют получить устойчивые плоские струи, имеющие форму веера и по мере расширения превращающиеся в тонкие пленки, затем распадающиеся.

Использование сплошных плоских струй не в достаточной мере обеспечивает равномерность распределения эжектируемого и диспергируемого воздуха вдоль камер аэраторов. В области входа плоской струи в поверхность аэрируемой пульпы чрезмерно высокая концентрация диспергированного воздуха (до 10 м^3 воздуха на 1 м^3 расхода рабочей жидкости), а в интервале между струями по величине на 25% больше ширины струи на входе ее в аэрируемую пульпу, воздух не эжектируется. Использование тонких пленок вследствие их малой массы не эффективно.

Кроме того, в процессе флотации и очистки сточных вод во многих случаях использование чистой воды в качестве рабочей жидкости не эффективно, поскольку при этом в 1,5–2 раза возрастут объемы аэрируемой пульпы за счет притока воды в виде рабочей жидкости, что влечет снижение производительности флотомашин, увеличение энергоемкости и себестоимости переработки.

Использование в качестве рабочей жидкости части флотированной пульпы или камерных продуктов для щелевых сопел недопустимо вследствие неизбежной их забивки минеральными частицами, волокнистыми остатками раздробленной древесины и др.

Увеличение выпускных щелей до размеров, исключающих их забивку, неэффективно, поскольку при этом резко возрастут расходы рабочей жидкости, усложнится распределение диспергированного воздуха по площади аэрации, снизится объем эжектируемого воздуха на единицу объема рабочей жидкости, что в итоге приведет к снижению производительности машин и повышению энергоемкости процесса.

Наиболее близкими к предлагаемому являются сопла-насадки с круглыми отверстиями.

Недостатки этих сопел-насадок – эжектирующая и аэрирующая способность круглых струй, выданных соплами с круглыми отверстиями, при прочих равных условиях в 4–6 раз ниже в сравнении с плоскими струями; сопла-насадки с круглыми небольшими отверстиями (2,5–10 мм) также могут забиваться как и щелевые сопла-насадки.

Увеличение диаметров круглых выпускных отверстий до размеров, исключающих их забивку, не эффективно, поскольку при этом снижается объем эжектируемого воздуха на единицу объема рабочей жидкости, снижается равномерность распределения диспергированного воздуха по площади аэрации и возрастают энергозатраты.

Цель изобретения – снижение энергоемкости процесса флотации, повышение удельной и общей производительности флотомашин, а также надежности ее работы.

Поставленная цель достигается тем, что флотационная машина, включающая камеру с днищем, перегородки, делящие камеру на флотационный и флотационно-сепарационный отсеки с ложными днищами, пульповоды для приема и распределения исходного питания, глубинные струйные аэраторы флотационного и флотационно-сепарационного отсеков, состоящие из камер аэраторов в виде перевернутых желобов с открытыми

основаниями, регуляторов уровня раздела газ-жидкость, горизонтально установленных напорных трубопроводов с соплами-насадками в виде полых патрубков и воздухопроводов, пульподелитель с козырьками, направляющие козырьки с регулируемой высотой и величиной зазора установки, успокоители-распределители пульвоздушной смеси по площади аэрации в виде двухрядных колосников с подъемными механизмами для регулировки зазоров между рядами колосников, желоба для отбора циркуляционной нагрузки, циркуляционные каналы, размещенные между ложными и действительными днищами флотационно-сепарационных отсеков, сообщенные с желобами, приспособления для отбора рабочей жидкости и приспособления для отбора камерных отходов по всей длине камер машины, состоящие из воронок и желобов со ступенчато увеличивающейся площадью поперечного сечения по ходу потока, пеногоны, желоба для приема пенного продукта и пульповыпускной карман с шибберным устройством, снабжена патрубками, сообщающими сопла-насадки с напорными трубопроводами, подводящими рабочую жидкость через патрубки к соплам-насадкам аэраторов, выполненными в виде эксцентрично и герметично соединенных цилиндров с уменьшающимся диаметром и постоянной удельной площадью поперечного сечения, приходящейся на каждое впереди установленное на напорном трубопроводе сопло-насадку по ходу потока рабочей жидкости и превосходящей площадь поперечного сечения выпускные отверстия сопла-насадки в 2,5-6 раз, причем напорные трубопроводы в верхней точке имеют общую образующую цилиндров, а у основания в конце каждого цилиндра по ходу потока расположены вертикально патрубки для подключения сопел-насадок, имеющие возрастающую длину по ходу потока рабочей жидкости на величину уменьшения диаметра цилиндров, образующих напорный трубопровод.

Сопла-насадки, предназначенные для подачи рабочей жидкости к одному борту каждой камеры аэратора флотационного отсека, выполнены с одним на каждом патрубке направляющим элементом, имеющим форму желобка с плавно расходящимися бортами под углом 15-30° к его оси, с вогнутым по ходу потока и плоским в поперечном сечении днищем, разделенным клинообразными рассекателями на четное число равных по ширине каналов и примыкающим суженной вогнутой частью к периметру выпускного отверстия сопла-насадки, причем

изгиб днища направляющего элемента выполнен не менее, чем до полного пересечения проекции поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки на изгиб днища, а продолжение днища за гранью изгиба выполнено прямолинейным под углом 45-60° к оси сопла-насадки, вертикально закрепленного в патрубке для подключения сопел к напорному трубопроводу и направлено на низ щели между основанием стенки флотационного отсека (являющейся также бортом камеры аэратора) и горизонтальным днищем флотационного отсека под углом 30-45°.

Центральный клинообразный рассекатель расположен по оси днища направляющего элемента непосредственно за выпускным отверстием сопла-насадки и делит днище по всей длине, а боковые клинообразные рассекатели размещены за гранью изгиба днища на его прямолинейном продолжении, при этом противолежащие стенки клинообразных рассекателей, а также борта направляющего элемента и противолежащие им стенки клинообразных рассекателей расположены под углом 1-2°, образуя расширяющиеся каналы по ходу потока рабочей жидкости, причем клинообразные рассекатели имеют высоту на конце прямолинейного участка днища направляющего элемента не менее величины частного, полученного от деления площади выпускного отверстия сопла-насадки на суммарную ширину каналов, образованных на днище направляющего элемента.

Сопла-насадки, предназначенные для подачи рабочей жидкости к двум бортам камер аэраторов флотационно-сепарационных отсеков, выполнены с двумя направляющими элементами, имеющими форму желобков с плавно расходящимися бортами под углом 15-30° к осям желобков, с вогнутыми по ходу потоков и плоскими в поперечном сечении днищами, разделенными по длине клинообразными рассекателями на четное число равных по ширине каналов и примыкающими сужеными выгнутыми частями днищ друг к другу под углом 180° и сдвинуто к торцу сопла, производя деление выпускного отверстия сопла-насадки по оси, параллельной продольной оси камеры аэратора. Причем изгиб днищ направляющих элементов выполнен не менее, чем до полного пересечения проекции половины поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки на изгиб днища, а продолжение днищ за гранью изгиба выполнены прямолинейными под углом 45-60° к оси сопла-насадки, вертикально закрепленного в патрубке для подключения сопел-на-

садок к напорному трубопроводу и направлены на низ щелей между основаниями бортов в камеры аэратора и горизонтально установленными днищами флотационно-сепарационных отсеков флотомашины и соответственно к поверхности аэрируемой пульпы в камерах аэраторов под углом 30–45°.

Центральные клинообразные рассекатели расположены по осям днищ направляющих элементов непосредственно за выпускным отверстием сопла-насадки и делят днища по всей длине, а боковые рассекатели размещены за гранью изгиба днищ на их прямолинейных продолжениях, при этом противоположные стенки клинообразных рассекателей, а также борта направляющих элементов и противоположные им стенки клинообразных рассекателей расположены под углом 1–2°, образуя расширяющиеся каналы по ходу потока рабочей жидкости, клинообразные рассекатели имеют высоту на конце прямолинейного участка днища направляющего элемента не менее величины частного, полученного от деления половины площади поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки на суммарную ширину каналов, образованных на днище направляющего элемента.

Использование предлагаемой машины позволяет стабилизировать скорость и давление рабочей жидкости по всей длине напорного трубопровода, за счет этого обеспечить выпуск рабочей жидкости через все сопла-насадки, установленные на трубопроводе с оптимальной скоростью, и соответственно повысить коэффициент эжекции, а также снизить расход рабочей жидкости и энергозатраты на ее подачу в камеры аэраторов (при этом исключено выпадение твердого в осадок и зашламовка напорного трубопровода при использовании в качестве рабочей жидкости части флотуруемой пульпы); преобразовать круглые струи большого размера в серию плоских веерообразно расходящихся струй, исключив забивку сопел-насадок шламом флотуруемой пульпы, используемой в качестве рабочей жидкости, и обеспечив равномерное распределение свободно падающих струй рабочей жидкости по длине камер аэраторов, а также подачу струй на поверхность аэрируемой пульпы под углом, близким к оптимуму.

На фиг.1 показана камера машины, вид сбоку; на фиг.2 – то же, поперечный разрез; на фиг.3 – напорный трубопровод, вид сбоку со схематичной установкой сопел-насадок; на фиг.4 – то же, вид спереди; на фиг.5 – сопла-насадки с одним направляющим эле-

ментом, вид спереди и разрез по оси напорного трубопровода; на фиг.6 – то же, вид сбоку; на фиг.7 – напорный трубопровод, вид сбоку; на фиг.8 – то же, вид спереди с установкой сопел-насадок с двумя направляющими элементами; на фиг.9 – сопла-насадки с двумя направляющими элементами, вид спереди; на фиг.10 – то же, вид сбоку; на фиг.11 – машина, поперечный разрез; на фиг.12 – камера машины, вид сбоку; на фиг.13 – то же, поперечный разрез.

В зависимости от технических требований к продуктам обогащения и компонентного содержания флотуруемых минералов в пульпе машина состоит из одной или нескольких камер, расположенных каскадно.

Каждая камера машины состоит из ванны 1, разделенной стенками 2 на флотационный отсек 3 и два боковых флотационно-сепарационных отсека 4. По продольным сторонам основания отсека 3 размещены струйные глубинные аэраторы, состоящие из камер 5, выполненных в виде желобов с открытыми основаниями, смещенными к оси машины, имеющими в поперечном сечении форму неправильного многоугольника, образованного основаниями стенок 2, перегородками 6 и закрытыми сверху днищами флотационно-сепарационных отсеков 4.

Кроме того, каждая камера состоит из напорных трубопроводов 7, подводящих рабочую жидкость к соплам 8 аэраторов флотационного отсека 3, выполненных в виде эксцентрично и герметично соединенных цилиндров с уменьшающимся диаметром и постоянной удельной площадью поперечного сечения, приходящейся на каждое впереди установленное на трубопроводе сопло 8 по ходу потока рабочей жидкости и превосходящей площадь поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 8 в 2,5–6 раз, причем напорные трубопроводы 7 установлены горизонтально и в верхней точке окружности имеют общую образующую цилиндра, а у основания в конце каждого цилиндра по ходу потока рабочей жидкости установлены вертикально патрубки 9 для подключения сопел-насадок 8, имеющие возрастающую длину на величину уменьшения диаметра цилиндров, образующих напорный трубопровод 7. Зависимость характеристики напорного трубопровода и сопел-насадок может быть выражена в следующем виде:

$$\frac{S_1}{n} = \frac{S_2}{n-1} = \frac{S_3}{n-2} = \dots = \frac{S_i}{n-(i-1)} = S_{уд} - \text{const},$$

где $S_1; S_2; S_3...S_i$ — площади поперечного сечения цилиндров, образующих напорный трубопровод с номерацией по ходу потока рабочей жидкости;

n — количество сопел-насадок, установленных на трубопроводе;

$S_{уд}$ — удельная площадь поперечного сечения напорного трубопровода, приходящаяся на каждое установленное на трубопроводе сопло-насадку, питаемое рабочей жидкостью, проходящей через цилиндры, образующие напорный трубопровод и имеющие площади поперечных сечений $S_1; S_2; S_3...S_i$. Для каждого цилиндра и напорного трубопровода в целом $S_{уд} = const$.

Поскольку абсолютное значение $S_{у.ф}$ должно удовлетворять условиям обеспечения взвешивающей скорости рабочей жидкости, т.е. исключаяющей выпадение твердого в осадок и зашламовку трубопровода, а величина взвешивающей скорости в зависимости от крупности и плотности флотуемого материала может колебаться в значительных пределах, то соответственно значительные колебания имеет соотношение

$$\frac{S_{у.ф.}}{S_{с.ф.}} \approx 2,5-6,$$

где $S_{с.ф}$ — площадь поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки с одним направляющим элементом.

Напорный трубопровод 7 через систему труб с запорнорегулирующей арматурой соединен с насосом, подающим рабочую жидкость.

Машина содержит сопла-насадки, предназначенные для подачи рабочей жидкости к одному борту камеры 5 азратора, выполненные в виде полых патрубков (сопел) 8 с одним на каждом патрубке направляющим элементом 10, имеющим форму желобка с плавно расходящимися бортами под углом $\alpha = 15-30^\circ$ к оси желобка, с вогнутым по ходу потока и плоским в поперечном сечении днищем, разделенным по длине центральным клинообразным рассекателем 11 и двумя или четырьмя боковыми клинообразными рассекателями 12 на четное число равных по ширине расширяющихся каналов 13 и примыкающим суженной вогнутой частью к периметру выпускного отверстия сопла-насадки 8. При этом изгиб днища направляющего элемента 10 выполнен не менее, чем до полного пересечения проекции поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 8 на изгиб днища, а продолжение днища за гранью изгиба выполнено прямолинейным под углом $\beta = 45-60^\circ$ к оси сопла-насадки 8, вертикально закрепленного в патрубке 9 для подключения сопел-насадок

к напорному трубопроводу 7 и направлено на низ щели 14 между стенкой 2 и горизонтальным днищем флотационного отсека 3 под углом $\gamma = 30-45^\circ$ к днищу отсека 3 и соответственно к поверхности азрируемой пульпы в камерах азраторов 5. Центральный клинообразный рассекатель 11 расположен по оси днища желобка 10 непосредственно за выпускным отверстием сопла-насадки 8, а боковые рассекатели 12 размещены за гранью изгиба днища желобка на его прямолинейном продолжении. При этом противоположные стенки клинообразных рассекателей, а также борта желобка и противоположные им стенки рассекателей расположены под углом $\tau = 1-2^\circ$, образуя расширяющиеся каналы по ходу потока рабочей жидкости.

Сопла-насадки с одним направляющим элементом подключены к напорному трубопроводу, состоящему из восьми цилиндров уменьшающегося диаметра, т.е. предназначенного для установки восьми сопел-насадок. Машина состоит из воздухопроводов 15, имеющих прорезь в виде узкой щели по всей его длине, соединенный через систему воздухопроводов с воздуходувкой, регуляторов 16 уровня раздела газ-жидкость в камерах азраторов 5, выполненных в виде герметичных коробчатых конструкций, установленных на торцовой стенке камеры машины и сообщенных через отводную трубку с атмосферой. Вдоль бортов камер азраторов 5 расположены пульповоды 17 с патрубками 18 для подключения камер флотомашин к источникам исходного питания. Пульповоды 17 сообщаются через щели 19 с камерами азраторов, а камеры 5 через щели 14 сообщаются с основанием флотационного отсека по всей его длине. Камеры 5 азраторов сообщаются также через щели 20 с регуляторами 16 уровня раздела газ-жидкость в камерах 5 азраторов. При этом верхние кромки щелей 20 в торцовых стенках у основания ванны 1 размещены выше оснований стенок 2, т.е. верхних кромок щелей 14, а верхние кромки щелей 14 выше верхних кромок щелей 19, ограниченных перегородками 6.

В верхней части отсека 3 по его оси установлен пульподелитель 21 с козырьками, а на внешней стороне стенок 2, образующих отсек 3, установлены козырьки 22 с регулируемой высотой и зазорами 23 между стенками 2 и козырьками 22.

Под основанием зазоров 23 установлены обтекатели 24, имеющие высоту, равную максимальной величине зазоров 23 у их основания. Вдоль бортов ванны 1 установле-

ны желоба 25, предназначенные для отбора циркуляционной нагрузки в области безаэрационных зон и сообщающиеся с циркуляционными каналами 26, образованными между днищами ванны 1 в области отсеков 4 и ложными днищами 27, установленными с зазорами над действительными днищами. Циркуляционные каналы 26 сообщаются через щели 28 с основаниями камер азраторов 29 флотационно-сепарационных отсеков 4, установленных с зазорами над днищами ванны 1 и ложными днищами 27, образующими выпускные щели 30 из камер 29 азраторов по всей их длине.

В верхних углах трехгранных призм камер азраторов 29 размещены напорные трубопроводы 31, подводящие рабочую жидкость к соплам-насадкам 32 азраторов флотационно-сепарационных отсеков 4, так же, как и напорные трубопроводы 7, выполненные в виде эксцентрично и герметично соединенных цилиндров с уменьшающимся диаметром и постоянной удельной площадью поперечного сечения, приходящейся на каждое впереди установленное на трубопроводе сопло-насадку по ходу потока рабочей жидкости и превосходящей площадь поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 32 в 2,5–6 раз.

Напорные трубопроводы 31 также установлены горизонтально, в верхней точке окружности имеют общую образующую цилиндров, а у основания в конце каждого цилиндра по ходу потока рабочей жидкости на трубопроводе вертикально установлены патрубки 33 для подключения сопел-насадок 32, имеющие возрастающую длину на величину уменьшения диаметра цилиндров, образующих напорный трубопровод 31.

Зависимость характеристики напорного трубопровода и сопел-насадок может быть выражена следующим образом:

$$\frac{S_{c1}}{n} = \frac{S_{c2}}{n-1} = \frac{S_{c3}}{n-2} = \dots = \frac{S_{cn}}{n-(i-1)} = S_{y,c} - \text{const},$$

$$\frac{S_{y,c}}{S_{c,c}} \approx 2,5-6,$$

где $S_{c1}; S_{c2}; S_{c3} \dots S_{cn}$ – площади поперечного сечения цилиндров, образующих напорный трубопровод флотационно-сепарационных отсеков 4 с порядковыми номерами по ходу потока рабочей жидкости;

n – количество сопел-насадок, установленных на трубопроводе;

$S_{y,c}$ – удельная площадь поперечного сечения напорного трубопровода 31, приходящаяся на каждое установленное на трубопроводе сопло-насадку 32, удовлетворяющая условиям обеспечения

взвешивающей скорости рабочей жидкости (пульпы);

$S_{c,c}$ – площадь поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 32.

Поскольку сопла-насадки 32 предназначены для подачи рабочей жидкости к двум бортам камер 29 азраторов, то соответственно увеличению расхода рабочей жидкости $S_{y,c}$ и $S_{c,c}$ имеют в два раза большую величину в сравнении с соответствующими параметрами напорного трубопровода 7 и сопла-насадки 8.

Сопла-насадки, предназначенные для подачи рабочей жидкости к двум бортам камеры 29 азратора, выполнены в виде полых патрубков 32 с двумя на каждом патрубке направляющими элементами 34, имеющими форму желобков с плавно расходящимися бортами под углом $\alpha = 15-30^\circ$ к осям желобков, с вогнутыми по ходу потоков и плоскими в поперечном сечении днищами, разделенными по длине центральными клинообразными рассекателями 35 и двумя или четырьмя боковыми клинообразными рассекателями 36 на четное число равных по ширине каналов 37 и примыкающими сужеными выгнутыми частями днищ друг к другу под углом 180° и совместно к торцу сопла-насадки, производя деление выпускного отверстия сопла-насадки 31 по оси, параллельной продольной оси камеры 29 азратора. Причем изгиб днищ направляющих элементов 34 выполнен не менее, чем до полного пересечения проекции половины поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 32 на изгиб днища, а продолжения днищ за гранью изгиба выполнены прямолинейными под углом $\beta = 45-60^\circ$ к оси сопла-насадки 32, вертикально закрепленного в патрубке 33 для подключения сопел-насадок к напорному трубопроводу 31, и направлены на низ выпускных щелей 30 между основаниями камер 29 азраторов и днищами отсеков 4 под углом $\gamma = 30-45^\circ$ к горизонтальным днищам и соответственно к поверхности аэрируемой пульпы в камерах 29 азраторов и флотационно-сепарационных отсеков 4.

Центральные клинообразные рассекатели 35 расположены по осям днищ направляющих элементов 34 непосредственно за выпускным отверстием сопла-насадки 32 и делят днище по всей длине, а боковые рассекатели 36 размещены за гранью изгиба днищ на их прямолинейных продолжениях. При этом противолежащие стенки рассекателей, а также борта направляющих элементов и противолежащие им стенки клинообразных рассекателей расположены

под углом $\tau = 1-2^\circ$ по ходу потока рабочей жидкости и имеют высоту на сходе плоских струй с днища каждого направляющего элемента не менее величины частного, полученного от деления половины площади поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 32 на суммарную ширину каналов 37, образованных на днище направляющего элемента 34.

Напорные трубопроводы 31 с запорно-регулирующей арматурой подключены через систему трубопроводов к насосу, подающему рабочую жидкость в камеры 29 азраторов. В средней части камер 29 азраторов расположены воздухопроводы 38, имеющие узкие щели для равномерного выпуска воздуха в камеры азраторов по всей их длине. Воздуховоды 38 подключены через систему трубопроводов с запорно-регулирующей арматурой к воздуходувке.

Камеры 29 азраторов через щели 30 в торцовых стенках камеры машины сообщаются с регуляторами 40 уровня раздела газ-жидкость в камерах азраторов, а регуляторы уровня сообщены с атмосферой с помощью отводящих трубок. При этом верхние кромки щелей 39 расположены выше верхних кромок щелей 30 между днищами боковых отсеков и основаниями бортов камер 29 азраторов.

В комплексе камеры 29 азраторов, напорные трубопроводы с соплами-насадками 31, воздухопроводы 38 и регуляторы 40 уровня раздела газ-жидкость в камерах 29 азраторов составляют азраторы флотационно-сепарационных отсеков 4.

Кроме того, существенное влияние на повышение эффективности работы азраторов оказывает подача циркуляционной нагрузки через желоба 25, циркуляционные каналы 26 и щели 28 в камеры 29 азраторов.

Под основанием боковых отсеков 4 размещены приспособления 41 для отбора рабочей жидкости, выполненные в виде желобов со ступенчато увеличивающейся площадью поперечного сечения и воронок, подключенных к циркуляционным каналам 26 через окна в днищах отсеков 4. Приспособления 41, предназначенные для отбора рабочей жидкости из потока циркуляционной нагрузки, проходящей по каналам 26, подключены также к всасам насосов, подающих рабочую жидкость в камеры 29 азраторов по трубопроводам 31.

Над камерами азраторов 29 горизонтально установлены успокоительно-распределительные регулируемые решетки, выполненные в виде двухрядных неподвижного и подвижного рядов колосников. Неподвижный ряд колосников 42 образован

5 стержневыми элементами, имеющими V-образную форму поперечного сечения, закрепленными с помощью M-образных косянок электросваркой на опорных пластинах 43, жестко соединенных с основанием отсека 4.

Подвижный ряд колосников 44 также изготовлен из стержневых элементов, закрепленных на несущих перфорированных пластинах 45, соединенных с помощью тяг, имеющих на верхнем конце резьбу с резьбовыми втулками зубчато-червячного подъемного механизма 46, установленного над камерой флотомашины и обеспечивающего подъем подвижных колосников 44 на высоту не менее V-образного элемента, измеренную от верхних кромок опорных пластин 43.

10 При этом в двухрядных колосниках 42 и 44 V-образные элементы имеют наклон стенок 15-45° к вертикальной плоскости или угол у основания 30-90°; стержневые V-образной формы элементы расположены в колосниках с интервалом на 10-20% больше ширины поперечного сечения V-образного элемента в шахматном порядке ряд относительно ряда; стержневые V-образные элементы установлены в колосниках перпендикулярно к плоскости, проходящей вдоль оси камер азраторов или параллельно щелям 30 между основаниями камер 29 азраторов и днищами отсеков 4; несущие перфорированные пластины 45 расположены перпендикулярно стержневым V-образным элементам колосников 42 и 44.

35 По бортам основания отсеков 4 расположены приспособления для равномерного отбора камерных отходов по всей длине камер, выполненные в виде воронок 47 с углом наклона стенок больше угла естественного откоса транспортируемого материала, подключенных выпускными отверстиями к сборным желобам 48 со ступенчато увеличивающимися высотой и поперечным сечением по ходу потока отходов, соединенных с пульповыпускным карманом 49 с помощью желобов 50. При этом верхняя плоскость неподвижных колосников 42 и верхние основания воронок 47 располагаются на одном уровне. Над желобами 25 безазрационных зон установлены пеногоны 50 51. По бортам камер размещены желоба 52 для сбора пенного продукта.

Машина работает следующим образом.

55 В камеры азраторов 5 через воздухопроводы 15 подают воздух от воздуходувки под давлением, превосходящим гидростатическое давление пульпы, заполняющей флотационный отсек 3. Под воздействием сжатого воздуха из камер 5 вытесняется избыток пульпы и на заданном уровне создается раз-

дел газ-жидкость. После образования раздела газ-жидкость в камеры 5 азраторов через напорные трубопроводы 7 с соплами 8, подключенными к патрубкам 9, подают рабочую жидкость под давлением, обеспечивающим скорость свободно падающих струй в пределах 12-20 м/с.

В качестве рабочей жидкости могут быть использованы при флотации солей маточник; при флотации плотных пульп (требующих разбавления) фильтрат, осветленная или техническая вода; при флотации жидких пульп, например для аэрации исходного питания, слив гидроциклона, примененного с целью деления жидкой пульпы на рабочую жидкость с низким содержанием твердого наиболее тонких классов и сгущенную часть, поступающую в машину в качестве исходного питания флотационного отсека 3 первой камеры; для аэрации камерного продукта в процессе его контрольной флотации в боковых отсеках первой камеры, а также для питания рабочей жидкостью всех азраторов второй и последующих камер циркуляционная нагрузка, выделяемая в верхних областях безазрационных зон отсека 4 каждой камеры с низким содержанием твердого, представленного наиболее тонкими классами.

В напорном трубопроводе 7 сохраняется постоянная скорость потока рабочей жидкости по всей длине, поскольку цилиндры, образующие напорный трубопровод, имеют постоянную удельную площадь поперечного сечения, приходящуюся на каждое впереди установленное на трубопроводе сопло-насадку 8 по ходу потока рабочей жидкости. При этом также стабилизируется давление в напорном трубопроводе 7, что обуславливает выпуск рабочей жидкости из всех сопел 8 с постоянной скоростью, близкой к оптимуму $\approx 14-17$ м/с.

Поскольку расчет напорного трубопровода 7 производится с учетом обеспечения взвешивающей скорости потока рабочей жидкости, исключаяющей выпадение твердого в осадок, то при стабилизации скорости потока во всех цилиндрах, образующих напорный трубопровод 7, исключается его зашламовка по всей длине.

Рабочая жидкость, сливающаяся свободной струей с выпускного отверстия сопла-насадки 8 по касательной на вогнутое днище направляющего элемента 10, под действием центробежной силы преобразуется в плоскую струю по всей ширине днища направляющего элемента 10 и при этом делится на равные части центральным клинообразным рассекателем 11, расположенным по оси днища. На вогнутой части днища

направляющего элемента 10 плоские струи, разделенные центральным клинообразным рассекателем 11, приобретают заданную толщину. За гранью изгиба, на прямолинейном продолжении днища направляющего элемента 10, установлены боковые клинообразные рассекатели 12, образующие совместно с центральным клинообразным рассекателем 11 и бортами направляющего элемента 10 четыре или шесть (в зависимости от количества боковых клинообразных рассекателей 12), каналов 13, имеющих равную ширину, увеличивающуюся по ходу потока рабочей жидкости за счет расположения противоположных стенок клинообразных рассекателей 11 и 12, а также бортов направляющих элементов 10 и противоположных им стенок боковых клинообразных рассекателей 12 под углом $\tau = 1-2^\circ$. Расширение каналов 13 под углом $1-2^\circ$ обуславливает расширение под этим углом плоских струй с целью противодействия их свертыванию под воздействием сил поверхностного натяжения жидкости.

Поскольку прямолинейное продолжение днища направляющего элемента 10 расположено под углом $\beta = 60-45^\circ$ к вертикальной оси сопла-насадки 8, то свободно падающие струи рабочей жидкости, выходящие из каналов 13, направлены на поверхность раздела газ-жидкость в камере азратора 5 под углом $\gamma = 30-45^\circ$ на низ щели 14.

Вследствие расположения бортов направляющего элемента 10 относительно его оси под углом $\alpha = 15-30^\circ$ происходит веерообразное распределение свободно падающих струй на поверхности раздела газ-жидкость вдоль щели 14 при оптимальной высоте падения (≈ 400 м) на протяжении соответственно 290-580 м.

В условиях горизонтального расположения напорного трубопровода 7 и уменьшающегося диаметра цилиндров, его образующих, оптимальная высота установки сопел-насадок 8 достигается увеличением длины патрубков 9 для подключения сопел-насадок к напорному трубопроводу на величину уменьшения диаметра цилиндров по ходу потока пульпы.

Сопла-насадки 8, имеющие диаметр выпускного отверстия в 10 раз и более превосходящий максимальную крупность флотированного материала, позволяют использовать в качестве рабочей жидкости часть пульпы и камерных продуктов, что создает предпосылки при флотации жидких пульп (например, углей) повысить производительность флотомашин \approx в 2 раза.

Направляющие элементы 10 обеспечивают преобразование круглых струй в серию плоских с заданной характеристикой по ширине и толщине, а также распределение этих струй по длине выпускных щелей 14 из камер 5 аэраторов.

Сформированные в соплах-насадках плоские струи жидкости, падая под углом $\gamma = 30-45^\circ$ на искусственно созданный раздел газ-жидкость, эжектируют находящийся в камерах 5 воздух в соотношении до $8-10 \text{ м}^3$ воздуха на 1 м^3 рабочей жидкости, который диспергируется в затопленных струях и при ударе о днища под камерами 5, образуя факелы шириной $100-150 \text{ мм}$ и обеспечивая высокую равномерность аэрации пульпы.

Расход воздуха, эжектируемого свободно падающими струями, компенсируется непрерывным его притоком в камеры аэраторов 5 через воздухопроводы 15. Заданный уровень раздела газ-жидкость в камерах 5 поддерживается с помощью регуляторов 16 уровня раздела газ-жидкость следующим образом. Поскольку регуляторы 16 уровня сообщаются с камерами аэраторов 5 через щели 20, верхняя кромка которых находится на нижнем пределе заданного уровня раздела газ-жидкость и выше уровня щелей 14 под основанием перегородок 2, предназначенных для выпуска аэрированной пульпы из камер 5 в флотационный отсек 3, то при создании в камерах 5 избыточного давления, превосходящего допустимый предел и соответствующего понижению уровня пульпы в основаниях камер 5 до верхних кромок щелей 20, избыточный воздух через эти щели поступает в регулятор уровня 16 и через его воздухоотводящую трубку выбрасывается в атмосферу. При этом в камерах 5 снижается давление, восстанавливается заданный уровень раздела газ-жидкость и исключается выброс недиспергированного воздуха через щели 14 во флотационный отсек 3.

Одновременно с подачей рабочей жидкости в камеры аэраторов 5 в пульповоды 17 через патрубки 18 самотеком подается исходное питание, предварительно обработанное реагентами с напором, превосходящим гидростатическое давление столба пульпы, заполняющего флотационный отсек 3 и обеспечивающем необходимый ее расход, соответствующий заданной производительности машины.

Из пульповодов 17 через щели 19 исходное питание тонким слоем равномерно поступает в камеры аэраторов 5 по всей длине камеры машины. Объемный расход исходного питания, поступающего в камеры аэра-

торов 5 из пульповодов 17, в 3-6 раз превосходит объемный расход рабочей жидкости, подающейся в эти камеры через напорные трубопроводы с соплами-насадками 8. В камерах аэраторов 5, а также на выходе в основание отсека 3 тонкий слой исходного питания равномерно насыщается диспергированным воздухом в условиях интенсивного перемешивания пульповоздушной смеси за счет высокой скорости выхода исходного питания из пульповодов 17 через щели 19 и высокой энергии свободно падающих струй на поверхность раздела газ-жидкость.

Пульповоздушная смесь из камер аэраторов 5 через щели 14 под основанием перегородок 2 с высокой скоростью поступает в основание отсека 3. Большой суммарный расход исходного питания и рабочей жидкости, превосходящий расход рабочей жидкости в 4-7 раз, и как следствие высокая скорость транспортирования пульповоздушной смеси через камеры 5 аэраторов и щели 14, превышающая скорость свободного всплытия воздушных пузырьков флотационной крупности в 5-10 раз, обуславливает высокий коэффициент выноса эжектируемого и диспергируемого воздуха свободно падающими струями в камерах аэраторов 5 в основании флотационного отсека 3.

Горизонтальные потоки пульповоздушной смеси, выходящие через щели 14 противоположных аэраторов, перемешиваются и преобразуются в восходящие вертикальные потоки. Интенсивному перемешиванию встречных потоков пульповоздушной смеси способствует установка сопел-насадок 8 на напорных трубопроводах 7 противоположных аэраторов в шахматном порядке, а также небольшая ширина основания отсека 3 и высокая скорость встречных потоков. Над верхней гранью резкого сужения основания отсека 3 создается однородная пульповоздушная смесь, восходящий поток стабилизируется, а скорость его снижается пропорционально увеличению площади поперечного сечения флотационного отсека 3.

При этом в основании отсека 3, в области повышенных скоростей и интенсивного перемешивания пульповоздушной смеси создаются благоприятные условия для обрабатывания флотокомплексов, содержащих наиболее тонкие классы. Затем над областью резкого сужения флотационного отсека 3 в условиях стабилизированного восходящего потока, имеющего плотную "упаковку" минеральных частиц и воздушных пузырьков с небольшими скоростями относительного перемещения, обеспечиваются необходимые условия для создания флотокомплексов, включающих преимуще-

ственно зернистые минералы, как методом пенной флотации в кипящем и во взвешенных слоях, так и методом адгезии.

В верхней части отсека 3 восходящий поток пульповоздушной смеси делится пульподелителем с направляющими козырьками 21 на два потока. Над верхними кромками перегородок 2 между козырьками 22 скорость восходящих потоков снижается пропорционально увеличению ширины и площади потоков и происходит их преобразование из восходящих в горизонтальные. При этом осуществляется также частичное расслоение пульповоздушной смеси с концентрацией в верхних слоях флотируемых минералов, преимущественно в виде аэрофлокул, образующих пенный слой с пониженным содержанием жидкости и нефлотируемых минералов в сравнении с пульповоздушной смесью, заполняющей отсек 3 и нижний слой соответственно с повышенным содержанием жидкой фазы и отходов.

Верхний слой в пенообразном состоянии переливается через кромки козырьков 22 и плавно подается на поверхность предварительно созданного и непрерывно поддерживаемого пенного слоя в боковых флотационно-сепарационных отсеках 4 за счет аэрации камерных продуктов, заполняющих эти отсеки.

Плавная подача вспененного исходного питания на пенный слой обеспечивается за счет регулировки по высоте козырьков 22 с учетом толщины предварительно созданного и поддерживаемого пенного слоя в отсеках 4, зависящего от особенностей перерабатываемых материалов, содержания флотируемых компонентов, плотности пульпы, применяемых реагентов и удельной нагрузки на машину.

Поскольку удельный вес вспененного исходного питания и удельный вес пенного слоя в отсеках 4 либо равны, либо близки по величине, то независимо от величины нагрузки на машину и плотности исходного питания, разрушения пенного слоя, создаваемого в отсеках 4, не произойдет. Нижний слой с повышенным содержанием жидкости и нефлотируемых минералов через зазоры 23 между перегородками 2, козырьками 22 и обтекателями 24 выводится во внутренний объем пульпы, заполняющей флотационно-сепарационные отсеки 4, на контрольную флотацию.

Величина регулируемых зазоров 23 предварительно устанавливается с учетом особенностей перерабатываемой пульпы, обуславливающих режим работы машины и объемный расход остатков исходного пита-

ния, транспортируемых через зазоры 23. Разгрузка остатков профлотированной пульпы в флотационном отсеке 3 через зазоры 23 может осуществляться в режиме авторегулирования в зависимости от разных гидростатических давлений столбов пульповоздушной смеси, заполняющих зазоры 23 и отсеки 4 на примыкании к козырькам 22 с внешней стороны, на высоте от обтекателей до поверхности раздела газ-пена. Поэтому в первой камере при высокой плотности исходного питания и высоком содержании флотируемых минералов, например углей и интенсивной аэрации пульпы (в соотношении пульпа:диспергированный воздух 1:1,5-2) возможен 100%-ный выход исходного питания во вспененном состоянии с подачей его на пенный слой в отсеки 4.

В флотационно-сепарационных отсеках 4 с помощью шибера в пульповыпускном кармане 49 уровень зеркала пульпы (без учета толщины пенного слоя) поддерживается на высоте 20-50 мм над уровнем боковых стенок ванны 1, но не выше верхнего среза кромок перегородок 2, что обуславливает непрерывный перелив пульпы в желоба 25 и исключает вероятность возврата камерного продукта из отсеков 4 в отсек 3.

Вследствие непрерывного притока вспененного исходного питания и остатков пульпы из отсека 3 и перелива пульпы из отсеков 4 в желоба 25 в верхней зоне флотационно-сепарационных отсеков 4 создаются направленные потоки от перегородок 2 к бортам ванны 1. Направленные потоки транспортируют на своей поверхности пенный слой, созданный в отсеках 4, и поданное во вспененном состоянии на пенный слой исходное питание камеры машины. В период транспортировки объединенного пенного слоя происходит интенсивное его расслоение с выделением в конце пути пенного продукта с высокой плотностью и малым содержанием нефлотируемых минералов и отходов адгезионной и пенной флотации и сепарации на всем пути от кромок козырьков 22 до бортов ванны 1. Пенный продукт разгружается из каждой камеры машины с помощью пеногонов 51 в желоба 52 для приема флотоконцентрата.

Аэраторы боковых флотационно-сепарационных отсеков 4 имеют аналогичный принцип действия с аэраторами флотационного отсека 3 и включаются в работу одновременно с ними. В камеры 29 аэраторов боковых флотационно-сепарационных отсеков 4 через воздухопроводы 38 подают воздух от воздухоподводки под давлением, превосходящим гидростатическое давление пульпы,

заполняющей отсеки 4. Под воздействием сжатого воздуха из камер аэраторов 29 вытесняется избыток пульпы и на заданном уровне создается раздел газ-жидкость. После образования раздела газ-жидкость в камеры аэраторов 29 через напорные трубопроводы 31 с соплами-насадками, подключенные к насосу, подают рабочую жидкость под давлением, обеспечивающим скорость свободно падающих струй в пределах 12-20 м/с.

Отбор рабочей жидкости для камер 29 аэраторов осуществляется за счет циркуляционной нагрузки с низким содержанием твердого наиболее тонких классов через желоба 25, циркуляционные каналы 26 и сообщающиеся с каналами приспособления 41, подключенные трубопроводами к всасам насосов, подающих рабочую жидкость в напорные трубопроводы 31 с соплами-насадками 32.

В напорном трубопроводе 31 сохраняются постоянные скорость потока рабочей жидкости и давление, поскольку цилиндры, образующие напорный трубопровод 31, имеют постоянную удельную площадь поперечного сечения, приходящуюся на каждое впереди установленное на трубопроводе сопло-насадку 32 по ходу потока рабочей жидкости.

Стабилизация скорости и давления рабочей жидкости в напорном трубопроводе 31 обуславливает выпуск рабочей жидкости из всех сопел-насадок 32, установленных на трубопроводе со скоростью, близкой к оптимальной $\approx 14-17$ м/с, и исключает вероятность зашламовки трубопровода, поскольку площадь поперечного сечения каждого цилиндра соответствует условиям обеспечения взвешивающей скорости.

Поскольку сопла-насадки 32 предназначены для подачи рабочей жидкости к двум бортам камеры аэратора 29, то при прочих равных условиях площадь поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки 32 в два раза должна быть больше в сравнении с площадью выпускного отверстия сопла-насадки 7. Соответственно удельная площадь цилиндров, образующих напорный трубопровод 31, приходящаяся на каждое впереди установленное на трубопроводе сопло-насадку 32 по ходу потока рабочей жидкости, имеет в два раза большую величину в сравнении с удельной площадью трубопровода 7, приходящуюся на сопло-насадку 8.

Рабочая жидкость, сливающаяся свободной струей с выпускного отверстия сопла-насадки 32, делится суженными частями днищ направляющих элементов 34, примыкающими к выпускному отверстию

сопла-насадки 32 по его оси, на две струи, поступающие на вогнутые днища направляющих элементов 34. На вогнутых днищах под действием центробежных сил происходит преобразование полукруглых струй в плоские и одновременное их деление центральными клинообразными рассекателями 35 на две струи на каждом направляющем элементе 34.

За гранью изгибов на прямолинейном продолжении днищ направляющих элементов 34 происходит завершение формирования плоских струй в каналах 37, расположенных между центральным клинообразным рассекателем 35, боковыми клинообразными рассекателями 36 и бортами направляющих элементов 34.

При этом создаются четыре или шесть плоских расширяющихся струй рабочей жидкости под углом $\tau = 1-2^\circ$ согласно количеству установленных на днищах боковых рассекателей 36 и углами между противоположными стенками рассекателей 35 и 36 и бортами направляющих элементов 34.

Расширение свободно падающих струй, сформированных в каналах 37 под углом $\tau 1-2^\circ$, предотвращает их свертывание под воздействием сил поверхностного натяжения жидкости. Поскольку прямолинейные продолжения днищ направляющих элементов 34 расположены под углом $\beta = 60-45^\circ$ к вертикальной оси сопла-насадки 31, то свободно падающие струи рабочей жидкости, выходящие с каналов 37, направлены на поверхность раздела газ-жидкость в камере 29 аэратора под углом $\gamma = 30-45^\circ$ на низ выпускных щелей 30 между основаниями камеры 29 аэратора и днищами флотационно-сепарационных отсеков 4.

При этом струи рабочей жидкости, сходящие с каждого направляющего элемента 34, образуют веер с равными интервалами между струями, обеспечивающий распределение рабочей жидкости вдоль выпускных щелей 30 при падении струй с оптимальной высоты ≈ 400 мм на протяжении 300-600 мм, что обусловлено расположением бортов направляющих элементов 34 относительно оси днищ соответственно под углом $\alpha = 15-30^\circ$ и равной шириной клинообразных рассекателей 35 и 36, разграничивающих плоские струи на их выходе из каналов 37.

При горизонтальной установке напорного трубопровода 31 и уменьшении диаметра цилиндров, образующих напорный трубопровод по ходу потока рабочей жидкости, оптимальная высота установки сопел-насадок 32 с направляющими элементами 34 достигается увеличением длины патруб-

ков 33 для крепления сопел-насадок 32 на трубопроводе 31 на величину уменьшения диаметра соответствующих цилиндров.

Сопла-насадки 32 имеют диаметр выпускного отверстия в 15 раз больше максимальной крупности флотируемых частиц, что позволяет использовать камерный продукт в качестве рабочей жидкости и за счет этого повысить производительность флотомашин при флотации жидких пульп, например углей, в 2 раза. При этом исключается зашламовка сопел-насадок флотируемым материалом.

Сформированные в соплах-насадках струи жидкости, падая под углом $\gamma = 30-45^\circ$ на искусственно созданный раздел газ-жидкость, эжектируют находящийся в камерах 29 воздух в соотношении до 8-10 м³ воздуха на 1 м³ рабочей жидкости. Эжектируемый воздух диспергируется в затопленных струях, а также при ударе о днища, образуя "факелы" интенсивно аэрированной пульпы шириной до 150 мм каждой струей. Расход воздуха, эжектируемого свободно падающими струями и выданного в диспергированном виде в камеру машины, компенсируется непрерывным его притоком в камеры 29 аэраторов через воздуховоды 38. Заданный уровень раздела газ-жидкость в камерах 29 поддерживается путем выпуска избытка воздуха из камер 29 через щели 39 в регуляторы 40 с воздухоотводными трубками, сообщающимися с атмосферой.

При этом давление воздуха в камерах 29 понижается и соответственно повышается уровень жидкости, заполняющей основание камеры 29.

Поскольку верхние кромки щелей 39 регуляторов 40 находятся выше уровня расположения верхних кромок выпускных щелей 30, которыми камеры 29 аэраторов сообщены с основаниями флотационно-сепарационных отсеков 4, то тем самым предотвращается выброс недиспергированного воздуха из камер 29 в отсеки 4. Так как уровень аэрированной пульпы в флотационно-сепарационных отсеках 4 поддерживается с помощью шибера в пульповыпускном кармане 49 выше бортов ванны 1, то после включения в работу аэраторов боковых отсеков 4 создается перепад гидростатических давлений столбов пульпы неаэрированного, заполняющего желоба 25 и аэрированного, заполняющего зоны аэрации отсеков 4. Под воздействием разности гидростатических давлений циркуляционная нагрузка с малым содержанием твердого наиболее тонких классов через желоба 25 циркуляционные каналы 26 и щели 28 в лож-

ных днищах 27 поступает в основания камер 29 аэраторов по всей длине камеры машины.

Расход циркуляционной нагрузки, поступающей через щели 28 в камеры 29 аэраторов, в 2-3 раза превосходит объемный расход рабочей жидкости, подаваемой в эти камеры. В камерах 29 аэраторов циркуляционная нагрузка, проходящая тонким слоем через основания камер, а также на выходе в основания отсеков 4 равномерно насыщается диспергированным воздухом в условиях интенсивного перемешивания пульповоздушной смеси.

Пульповоздушная смесь из камер 29 аэраторов через щели 30 между днищами и бортами камер 29 поступает в основания флотационно-сепарационных отсеков 4, ограниченных по высоте распределителями пульповоздушной смеси отрегулированными на заданный оптимальный расход циркуляционной нагрузки путем изменения площади "живого" сечения зазоров между V-образными неподвижными колосниками 42, закрепленными на опорных пластинах 43 и подвижными V-образными колосниками 44, закрепленными на несущих пластинах 45, за счет вертикального перемещения подвижных колосников 44 с помощью подъемного механизма 46 вверх или вниз. При этом независимо от величины расхода циркуляционной нагрузки, на которую ранее были настроены пульповоздухораспределители и соответственно положения подвижного ряда колосников относительно неподвижного ряда, они не соприкасаются между собой, что исключает их зашламовку и вероятность возникновения затруднений при перенастройке распределителей пульповоздушной смеси на другой режим работы.

Высокая скорость потока циркуляционной нагрузки, проходящей тонким слоем через камеры 29, превосходящая скорость всплытия воздушного пузырька флотационной крупности, обуславливает высокий выход диспергированного воздуха из камер 29 аэраторов в основание отсека 4. В основаниях отсеков 4 пульповоздушная смесь, выходящая через щели 30, отражается от бортов основания отсеков 4, а при установке нескольких аэраторов в каждом отсеке 4 и от разграничительных перегородок и поднимается вертикально вверх. Часть пульповоздушной смеси проходит через зазоры между колосниками 42 и 44 непосредственно над выпускными щелями 30.

Основная масса пульповоздушной смеси перемещается под колосниками в направлении наименьшего торможения

погока, преимущественно вдоль V-образных стержневых элементов и зазоров между ними, к осям камер 29 азраторов и бортам отсеков 4 и частично в плоскости, перпендикулярной стержневым элементам колосников 42 и 44 и зазоров между ними, замещая неаэрированную (при запуске машины) или слабо аэрированную пульпу, образующую нисходящие потоки над наклонными плоскостями призм — наружных бортов камер 29 азраторов и бортов отсека 4, а также в промежутках между основаниями "факелов" аэрированной пульпы, выходящей через щели 30, созданных за счет эжектирования и диспергирования воздуха поверхностными веерообразно расходящимися плоскими струями рабочей жидкости, выданными соплами-насадками 32 и охватывающими протяженность на входе в аэрируемую пульпу, примерно равную интервалу между осями установки соседних сопел-насадок или ширине площади аэрации, аэрируемой за счет работы каждого сопла-насадки.

Вихреобразные потоки пульповоздушной смеси в основании отсеков 4 под распределителями пульповоздушной смеси обеспечивают равномерное распределение диспергированного воздуха по площади аэрации флотационно-операционных отсеков.

Поскольку пульповоздухораспределителями создаются стесненные условия для выхода пульповоздушной смеси в надрешетное пространство отсеков 4, а под воздействием разности гидростатических давлений столбов пульпы, неаэрированного, в желобах 25 и аэрированного в отсеках 4 в основание отсеков 4 обеспечивается непрерывный приток циркуляционной нагрузки и пульповоздушной смеси, то под колосниками 42 и 44 создается избыточное давление, препятствующее поступлению пульпы из надрешетного объема камер машины в подрешетный.

Пульповоздушная смесь множеством струй проходит через зазоры между колосниками 42 и 44 в надрешетный объем отсеков 4 по всей площади аэрации. Поскольку колосники состоят из V-образных элементов, то под ними на могут образовываться застойные зоны с аккумуляцией воздушных пузырьков, обуславливающей их последующую коалиценцию, так как воздушные пузырьки, находящиеся на примыкании к наклонным плоскостям V-образных элементов, образующих колосники, будут перемещаться снизу вверх с большей скоростью в сравнении с потоком жидкой фазы вследствие действия их подъемной силы, а также

меньших сил трения и торможения о плоскости колосников.

В процессе интенсивного перемешивания пульповоздушной смеси и высоких скоростей потоков в основании отсеков 4 и на выходе из зазоров между V-образными элементами колосников 42 и 44 создаются благоприятные условия для образования флотокомплексов, включающих наиболее тонкие частицы флотуруемых минералов.

В надрешетном объеме флотационно-сепарационных отсеков 4 по всей площади аэрации создается восходящий поток пульповоздушной смеси. При этом непосредственно над распределителями пульповоздушной смеси создаются условия кипящего слоя, а во внутреннем объеме пульпы отсеков 4 над распределителями на высоте более 100–150 мм условия взвешенного слоя, благоприятные для флотации зернистых минералов. Перфорированные несущие пластины 45, расположенные перпендикулярно горизонтальному потоку флотуруемой пульпы, транспортируемой над колосниками в направлении разгрузки, значительно снижают скорость потока на высоте пластин 45. При этом в несколько раз увеличивается время флотации верхних классов крупности в кипящем слое над колосниками 42 и 44 и соответственно повышается их выход в пенный продукт. Вместе с тем слабый горизонтальный поток над колосниками обеспечивает транспортировку отходов верхних классов крупности на разгрузку и способствует повышению равномерности распределения пульповоздушной смеси по площади аэрации.

С помощью азраторов флотационно-сепарационных отсеков 4 на поверхности зеркала пульпы в отсеках создается пенный слой за счет флотации остатков флотуруемых минералов из внутреннего объема пульпы. По всей площади аэрации создается и непрерывно поддерживается также подпенный слой, состоящий в значительной мере со свободных воздушных пузырьков. При этом в связи со слабым наклоном перегородки 2 к оси отсеков 4 у перегородок 2 создается повышенная концентрация диспергированного воздуха, что обеспечивает интенсивную аэрацию остатков профлотированной пульпы в отсеках 3, выпускаемых через щели 23 над обтекателями 24 в отсеки 4, а также интенсивное образование пенного слоя большей высоты под кромками козырьков 22, повышающее надежность и эффективность пенной сепарации исходного питания, поданного в пенообразном состоянии на предварительно подготов-

ленный и непрерывно поддерживаемый пенный слой.

В области безаэрационных зон над наклонными стенками бортов ванны 1 создаются нисходящие потоки, содержащие нефлотируемые минералы, поступающие через ниши под наклонными стенками ванны в приспособления для разгрузки отходов, состоящие из воронок 47, подключенных к желобам 48 со ступенчато увеличивающейся высотой и площадью поперечного сечения по ходу потока отходов, в соединительные желоба 50 и разгружающиеся в качестве камерных отходов или конечных отходов флотации с помощью пульповыпускного кармана с шибером 49.

Флотомашина, имеющая один флотационно-сепарационный отсек в камере (фиг.11), работает аналогичным образом. Вместе с тем возможность установки напорного трубопровода для подачи рабочей жидкости и воздуховода с обоих торцов камеры машины, а также расположение пульпоприемного патрубка 18 по середине пульповода 17 позволяет создать машину с длиной камеры в два раза больше в сравнении с вариантом, показанном на фиг.1 и 2.

Флотомашина (фиг.12 и 13) при идентичности устройства азраторов, наличии регуляторов расхода пульповоздушной смеси, регуляторов уровня раздела газ-жидкость, ложных днищ, желобов для отбора циркуляционной нагрузки и циркуляционных каналов и приспособлений для отбора рабочей жидкости из потока циркуляционной нагрузки имеет иное компоновочное решение, обуславливающее особенности ее гидродинамики. Узлы и детали этой машины, имеющие идентичное устройство, принцип действия и назначение обозначены одинаковыми номерами с примененными для обозначения узлов и деталей машины, показанной на фиг.1 и 2.

Отличие компоновочного решения в основном состоит в том, что пульповоды 17, камеры 5 и 29 азраторов установлены перпендикулярно к оси камеры машины, соответственно расположению пульповодов и азраторов подача исходного питания в камеры азраторов через щели 19 и циркуляционной нагрузки через щели 28 осуществляется по всей ширине оснований камеры машины. Причем каждая камера 29 азратора сообщена с обособленным циркуляционным каналом 26. В машине отсутствует деление камеры на флотационный и флотационно-сепарационный отсеки, что обуславливает осуществление процесса флотации только из внутреннего объема пульпы, транспортируемой в азрируемом

объеме камер от ввода исходного питания к карману для выпуска отходов вдоль оси машины.

Поскольку каждая камера 29 азратора сообщается с обособленным циркуляционным каналом 26, то желоба 25, предназначенные для отбора циркуляционной нагрузки из камеры машины в области действия каждого азратора ограниченной перегородками 2 или торцовой стенкой ванны 1 и перегородкой 2, имеют длину также равную области действия азратора. При этом желоба 25, установленные в области действия азраторов с камерами 5 и имеющие одну выпускную воронку каждый, подключены к циркуляционным каналам 26 ближайшего азратора с камерой 29. Желоба 25, установленные в области действия азраторов с камерами 29 и имеющие по две выпускных воронки, подключены первой воронкой к циркуляционному каналу 26 азраторов, в области действия которого установлены желоба 25, а вторые воронки подключены к каналу 26, сообщаемому со следующей камерой 29 азратора по ходу потока пульпы.

К циркуляционным каналам 26, сообщаемым с камерой азратора 29, установленной в конце камеры машины перед пульповыпускным карманом 49, подключены по одной воронке желобов 25, установленных в области действия предшествующего азратора по ходу потока пульпы и по две воронки желобов 25, находящихся в области действия конечного азратора. В торцовой стенке ванны 1 над колосниками распределителей пульповоздушной смеси 42 и 44 симметрично к оси камеры машины вырезаны окна 53 для выпуска камерных отходов в пульповыпускной карман 49.

Особенности работы этой машины состоят в том, что пульпа, обработанная реагентами, подается через патрубок 18 в пульповод 17, а затем выпускается тонким слоем через щель 19 в камеру 5 азратора, работающего по описанному принципу. Из камеры 5 азратора азрированная пульпа через щель 14 поступает в основание камеры машины по всей ее ширине. Азрированным исходным питанием, выданным через щель 14 в основание камеры машины, ограничено по высоте колосниками 42 и 44 распределителя пульповоздушной смеси с регулируемой площадью щелей между колосниками и по длине камеры перегородкой 2, создается восходящий поток пульповоздушной смеси, равномерно распределяемый по площади аэрации между торцовой наклонной стенкой основания ванны 1 и перегородкой 2 под воздействием вихреоб-

разных потоков, создаваемых вследствие разности гидростатических давлений столбов интенсивно аэрируемой пульпы на примыкании к перегородке 2 и слабоаэрированной над наклонной торцевой стенкой основания ванны 1. Под колосниками 42 и 44, отрегулированными с учетом заданной производительности, под воздействием непрерывного притока пульповоздушной смеси через щель 14 и стесненных условий прохода через щель между колосниками создается избыточное давление в сравнении с гидростатическим давлением у основания аэрированного столба пульпы над колосниками, исключаящее приток пульпы из надрешетного объема камеры в подрешетный.

Аэрированное исходное питание множеством струй проходит через зазоры между колосниками 42 и 44 с высокой скоростью. Над колосниками скорость восходящего потока снижается пропорционально увеличению площади, занимаемой аэрированным исходным питанием в связи с увеличением площади камеры по высоте, вследствие увеличения расстояния между продольными наклонными бортами ванны 1, а также вследствие частичного перемещения этого потока вдоль продольной оси.

В восходящем потоке исходного питания от основания до зеркала пульпы ведется непрерывная минерализация воздушных пузырьков, в том числе под распределителями пульповоздушной смеси в условиях интенсивного перемешивания создаются флотокомплексы, включающие наиболее тонкие классы, непосредственно над колосниками 42 и 44 в кипящем слое в состав флотокомплексов включаются как тонкодисперсные минералы, так и зернистая часть флотируемых минералов, а во внутреннем объеме пульпы над колосниками на высоте 100–150 мм и более во взвешенном слое создаются аэрофлокулы за счет частиц средней крупности и зернистых минералов.

С помощью шибера в пульповыпускном кармане 49 поддерживается уровень зеркала пульпы выше бортов ванны 1 на 20–50 мм, что обуславливает перелив камерного продукта в желоба 25, сообщающиеся с циркуляционными каналами 26, сообщенными через щели 28 с основаниями камер 29 аэраторов.

Поскольку борта ванны 1 имеют наклон, обуславливающий образование безаэрационных зон, то в пристенном слое под воздействием разности гидростатических давлений аэрированного столба пульпы над колосниками 42 и 44 и неаэрированного над наклонными бортами ванны 1 создаются ни-

сходящие потоки, аккумулирующие основную массу минеральных частиц, не включенных в состав флотокомплексов и поступающих повторно в зону аэрации над успокоительной решеткой. Поэтому перелив камерного продукта, поступающий в желоба 25 и составляющий циркуляционную нагрузку, содержит минимальное количество твердого и только наиболее тонких классов. Расход пульпы на образование нисходящего потока над наклонными продольными бортами ванны 1 и циркуляционной нагрузки, отбираемой через желоба 25, компенсируется за счет горизонтальных потоков верхних слоев под зеркалом пульпы от оси машины к ее бортам. При этом пенный слой самотеком транспортируется на разгрузку и с помощью пеногонов 51 разгружается в желоба 52 для приема пенного продукта.

Циркуляционная нагрузка, отобранная в желоба 25, в области действия аэратора с камерой 5 полностью передается в циркуляционный канал 26, сообщающийся через щель 28 с ближайшей камерой 29 аэратора. Принцип действия аэраторов с камерами 29 и приспособлений 41 для отбора рабочей жидкости из циркуляционных каналов 26 аналогичен описанному. Циркуляционная нагрузка, отобранная в желоба 25 в области действия аэраторов, с камерами 29 делится на две половины, из которых первая подается в циркуляционный канал аэратора, в области действия которого она была отобрана, а вторая поступает в циркуляционный канал, сообщающийся со следующим аэратором по ходу потока пульпы.

Передача из области действия первого аэратора, выдающего во внутренний объем камеры машины интенсивно аэрированный поток исходного питания, всего объема циркуляционной нагрузки в циркуляционный канал следующей камеры и передача в последующие аэраторы $\approx 50\%$ циркуляционной нагрузки, отобранной в области действия предшествующего аэратора с камерой 29, интенсифицирует транспортировку значительной части пульпы с низким содержанием твердого и флотируемых минералов вдоль оси машины в направлении к разгрузке отходов.

При этом соответственно увеличивается время нахождения в аэрируемом объеме камеры машины пульпы с повышенным содержанием твердого и флотируемых минералов, особенно их зернистой части.

В область действия конечного аэратора в камере машины примыкающего к разгрузочному карману 49 поступает $\approx 50\%$ цир-

куляционной нагрузки, отобранной в области предшествующего аэратора и весь ее объемный расход, отобранный у конечного аэратора.

Повышенный расход циркуляционной нагрузки в конце камеры машины интенсифицирует восходящий поток из подколосникового в надколосниковый объем камеры машины и перемешивание пульповоздушной смеси над колосниками 42 и 44, что улучшает разгрузку отходов флотации, включая их зернистую часть, и стабилизирует работу машины в области конечного аэратора путем компенсации повышенной циркуляционной нагрузкой расхода отходов флотации через окно 53 для выпуска отходов флотации в пульповыпускной карман 49.

В машине поддерживается высокий расход циркуляционной нагрузки, поступающей в аэраторы с камерами 29, близкий по величине к расходу исходного питания в камере 5 аэратора. Поскольку циркуляционная нагрузка после ее смешивания с рабочей жидкостью, эжектирующей воздух, является носителем диспергированного воздуха, то чем выше расход циркуляционной нагрузки, тем ниже коалиценция воздушных пузырьков и тем выше выход диспергированного воздуха из камеры аэратора в камеру машины при прочих равных условиях.

Высокий расход циркуляционной нагрузки через желоба 25 в сочетании с образованием нисходящих потоков над наклонными бортами ванны 1 под воздействием разности гидростатических давлений неаэрированных столбов пульпы в желобах 25 и безаэрационных зонах над наклонными бортами ванны 1 и аэрированных столбов пульпы, расположенных в зоне аэрации, обуславливает: создание интенсивных восходящих потоков пульповоздушной смеси из подколосникового в надколосниковый объем камеры и поддержание во взвешенном состоянии минеральных частиц в аэрируемом объеме пульпы над колосниками 42 и 44 распределителей пульповоздушной смеси; создание интенсивных горизонтальных потоков над зеркалом пульпы, направленных от продольной оси камеры машины к ее бортам, обеспечивающих формирование нисходящих потоков в безаэрационных зонах над наклонными бортами ванны 1, аккумулирующих минералы, не включенные в состав флотокомплексов, выделение циркуляционной нагрузки с низким содержанием твердого и только наиболее тонких классов, поступающей в желоба 25 (горизонтальные потоки транспортируют на своей поверхно-

сти пенный слой на разгрузку); создание потоков пульпы над распределителями пульповоздушной смеси, образованных за счет нисходящих потоков в области безаэрационных зон над наклонными бортами ванны 1, направленных от бортов камеры к ее продольной оси и обеспечивающих ввод в зону аэрации минералов, не включенных в состав флотокомплексов, а также транспортировку отходов в конце камеры к окну 53 на разгрузку.

Взаимодействие непрерывного притока исходного питания и потоков, образованных циркуляционной нагрузкой и нисходящими потоками над наклонными бортами ванны 1, обуславливает спиралеобразную циркуляцию пульпы от загрузки к пульповыпускному карману по ходу потока пульпы по правой стороне камеры машины снизу вверх и направо к борту ванны от пульподелителей 21 и оси камеры, а с левой стороны от оси камеры в обратном направлении. При этом основная масса твердого, за исключением части наиболее тонких классов, содержащихся в циркуляционной нагрузке, находится непрерывно в аэрируемом объеме камеры над колосниками 42 и 44.

Предлагаемая машина позволяет стабилизировать скорость и давление потока рабочей жидкости в напорных трубопроводах и за счет этого оптимизировать скорость свободно падающих струй на поверхность раздела газ-жидкость, выданных каждым соплом-насадкой и как следствие повысить коэффициент эжекции воздуха струями на 15-20% и соответственно снизить расход рабочей жидкости и энергоемкость процесса флотации; использовать в качестве рабочей жидкости часть флотированной пульпы и камерных продуктов; повысить надежность в работе флотомашин за счет многократного снижения вероятности зашламовки напорного трубопровода и сопел-насадок, в том числе при использовании в качестве рабочей жидкости части флотированной пульпы; повысить равномерность распределения диспергированного воздуха вдоль камер аэраторов флотомашин и соответственно по площади аэрации, а также повысить удельную и общую производительность флотомашин (за счет повышения коэффициента эжекции воздуха свободно падающими струями, использования в качестве рабочей жидкости части флотированной пульпы и камерных продуктов, повышения равномерности распределения диспергированного воздуха по площади аэрации и сокращения простоев вследствие зашламовки на-

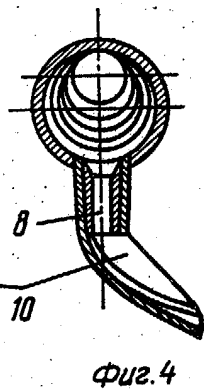
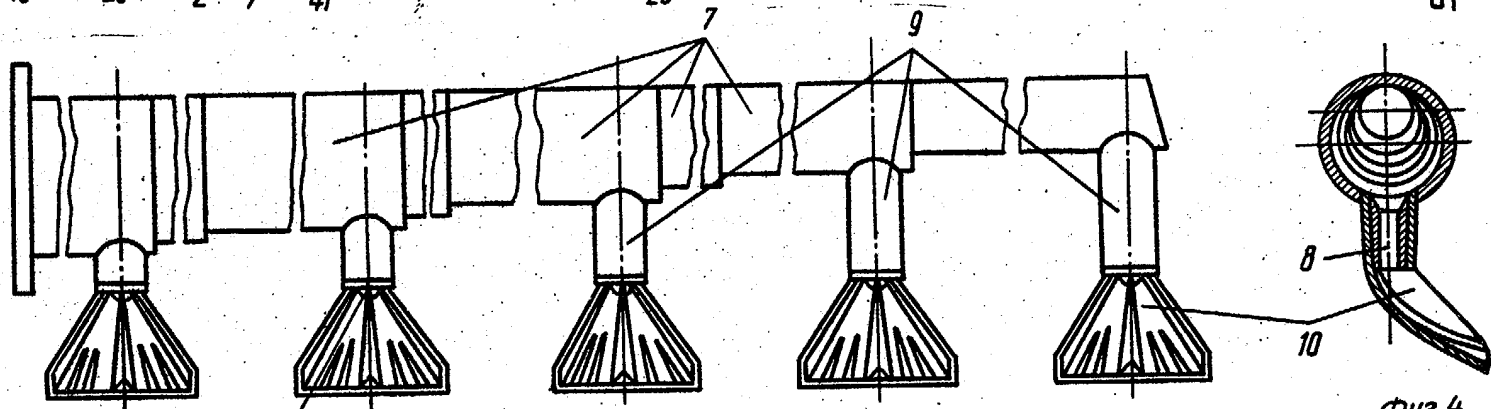
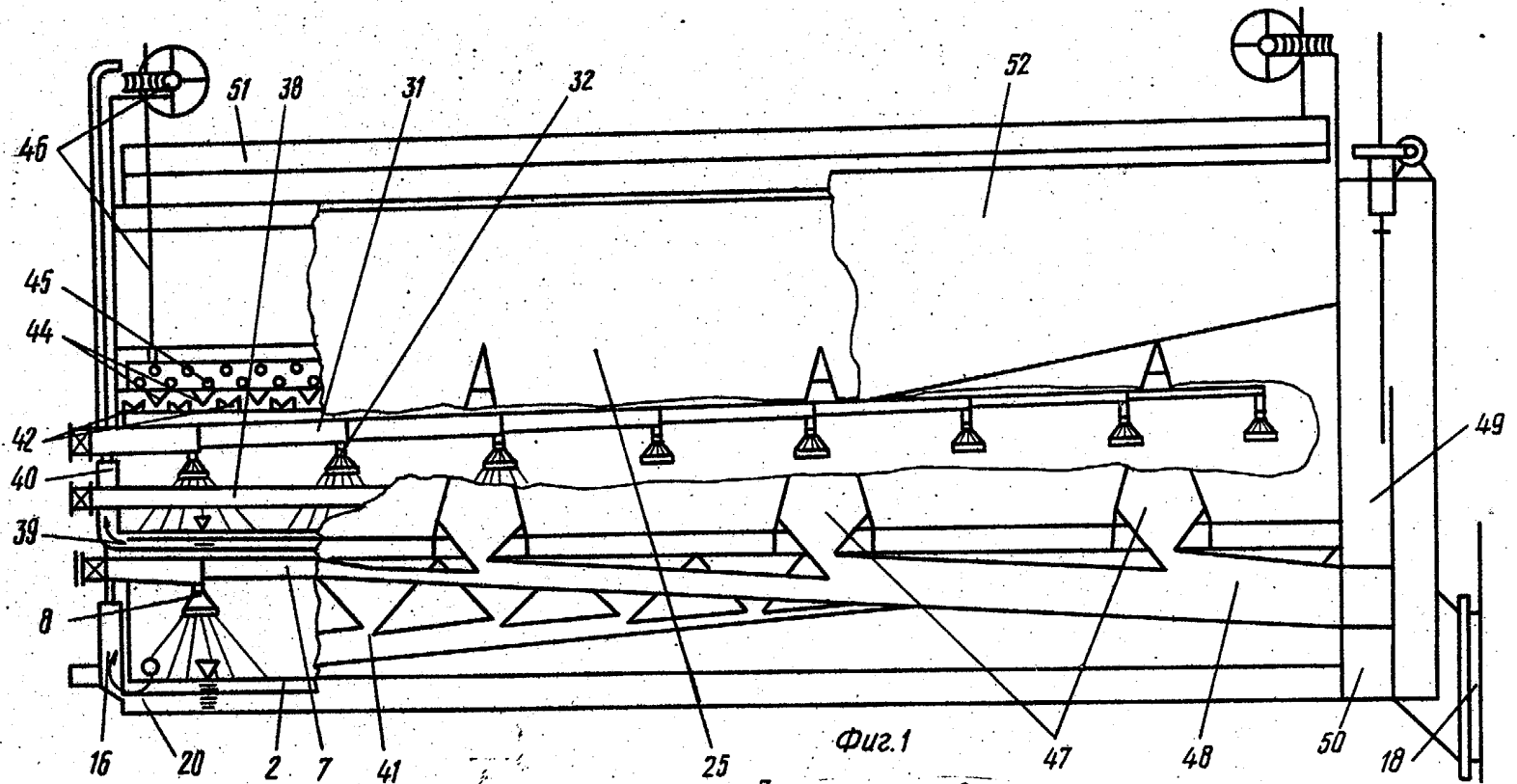
порных трубопроводов и сопел) в среднем на 20–25%.

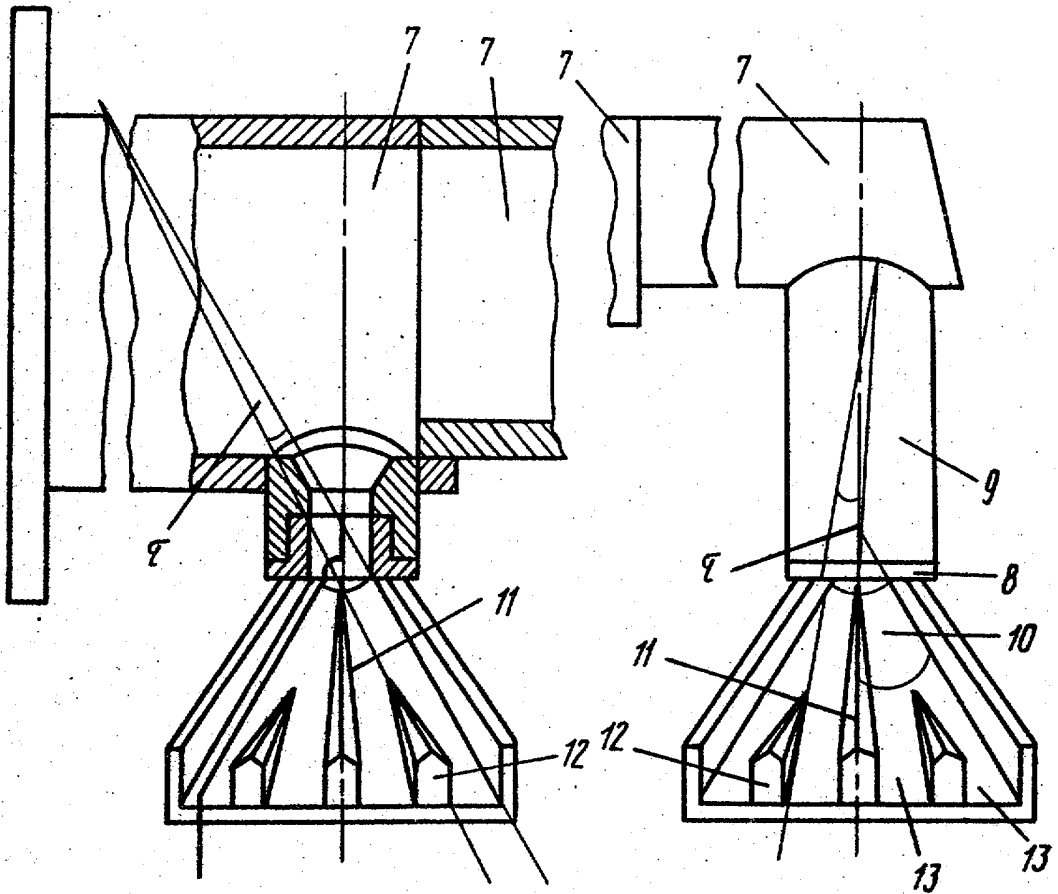
На базе предлагаемого технического решения возможно создание параметрического ряда флотомашин с емкостью камер 6,3; 12; 25 и 40 м³.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

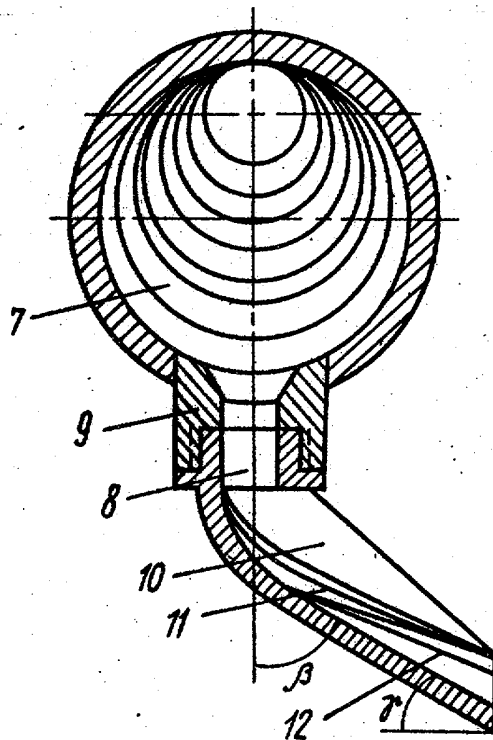
Флотационная машина, включающая камеру с днищем и перегородками, делящими камеру на флотационный и флотационно-сепарационный отсеки, пульповоды для приема и распределения исходного питания по длине флотационного отсека, глубинные струйные аэраторы флотационного и флотационно-сепарационного отсеков, состоящие из камер аэраторов, регуляторов уровня раздела газ-жидкость, горизонтальных напорных трубопроводов с соплами-насадками в виде полых патрубков, и воздухопроводов, пульподелитель с козырьками, направляющие козырьки с регулируемой высотой и величиной зазора установки, успокоители-распределители пульвоздушной смеси по площади аэрации в виде двухрядных колосников с регулируемой высотой между рядами колосников, желоба для отбора циркуляционной нагрузки, циркуляционные каналы, выполненные между днищем камеры и ложным днищем флотационно-сепарационных отсеков, приспособления для отбора рабочей жидкости и камерных отходов, выполненные из воронок и желобов с увеличивающейся по ходу движения продуктов площадью поперечного сечения, пеногоны, желоба для приема пенного продукта и пульповыпускной карман с шибером, отличающаяся тем, что, с целью снижения энергоемкости процесса флотации, повышения удельной и общей производительности и надежности работы флотационной машины, она снабжена патрубками, сообщающими сопла-насадки с напорными трубопроводами, выполненными в виде эксцентрично и герметично соединенных цилиндров с общей верхней образующей и уменьшающимися по ходу движения потока рабочей жидкости диаметрами и постоянной удельной площадью поперечного сечения, приходящейся на каждое последующее по ходу движения потока рабочей жидкости сопло-насадку, при этом удельная площадь поперечного сечения напорного трубопровода в 2,5–6 раз превосходит площадь поперечного сечения

выпускного отверстия сопла-насадки, а патрубки расположены вертикально у основания в конце каждого цилиндра по ходу движения потока рабочей жидкости и выполнены с длиной, возрастающей по ходу движения потока на величину уменьшения диаметра цилиндров, сопла-насадки выполнены с направляющими элементами в форме желобка с бортами, расходящимися по ходу потока под углом 15–30° к его оси с вогнутым по ходу движения потока и плоским в поперечном сечении днищем, разделенным по длине клинообразными рассекателями на четное число равных по ширине расширяющихся каналов, примыкающим суженной вогнутой частью к периметру выпускного отверстия сопла-насадки, часть днища направляющего элемента, расположенная после вогнутой части, выполнена прямолинейной, наклоненной под углом 45–60° к оси патрубка и направленной на щели между камерами аэраторов и днищами отсеков под углом 30–45° к горизонтальной плоскости, центральный рассекатель расположен на оси направляющего элемента непосредственно за выпускным отверстием сопла-насадки и делит его днище по всей длине, а боковые рассекатели расположены на прямолинейной части днища, при этом противолежащие стенки рассекателей, а также борта направляющего элемента и противолежащие им стенки рассекателей расположены под углом 1–2° друг к другу, а высота рассекателей на конце прямолинейной части днища направляющего элемента больше или равна величине частного от деления площади поперечного сечения выпускного отверстия сопла-насадки на суммарную ширину каналов в этой точке днища, причем вогнутая часть днища направляющего элемента выполнена длиной не менее проекции выпускного отверстия сопла-насадки на вогнутое днище в аэраторах флотационного отсека и не менее половины проекции выпускного отверстия сопла-насадки в аэраторах флотационно-сепарационных отсеков, причем сопла-насадки в последних выполнены с двумя направляющими элементами, примыкающими суженными вогнутыми частями одна к другой, под углом 180° и совместно к выпускному отверстию сопла-насадки по оси, параллельной продольной оси камеры аэратора.



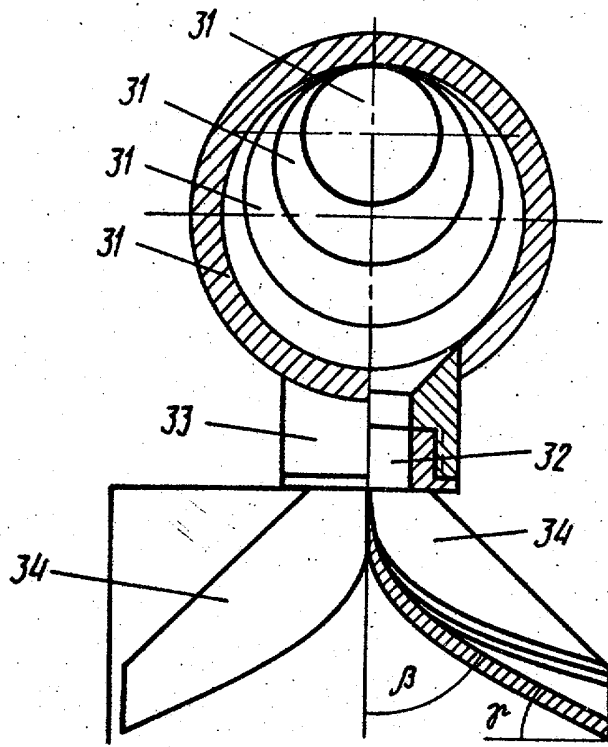


Фиг. 5

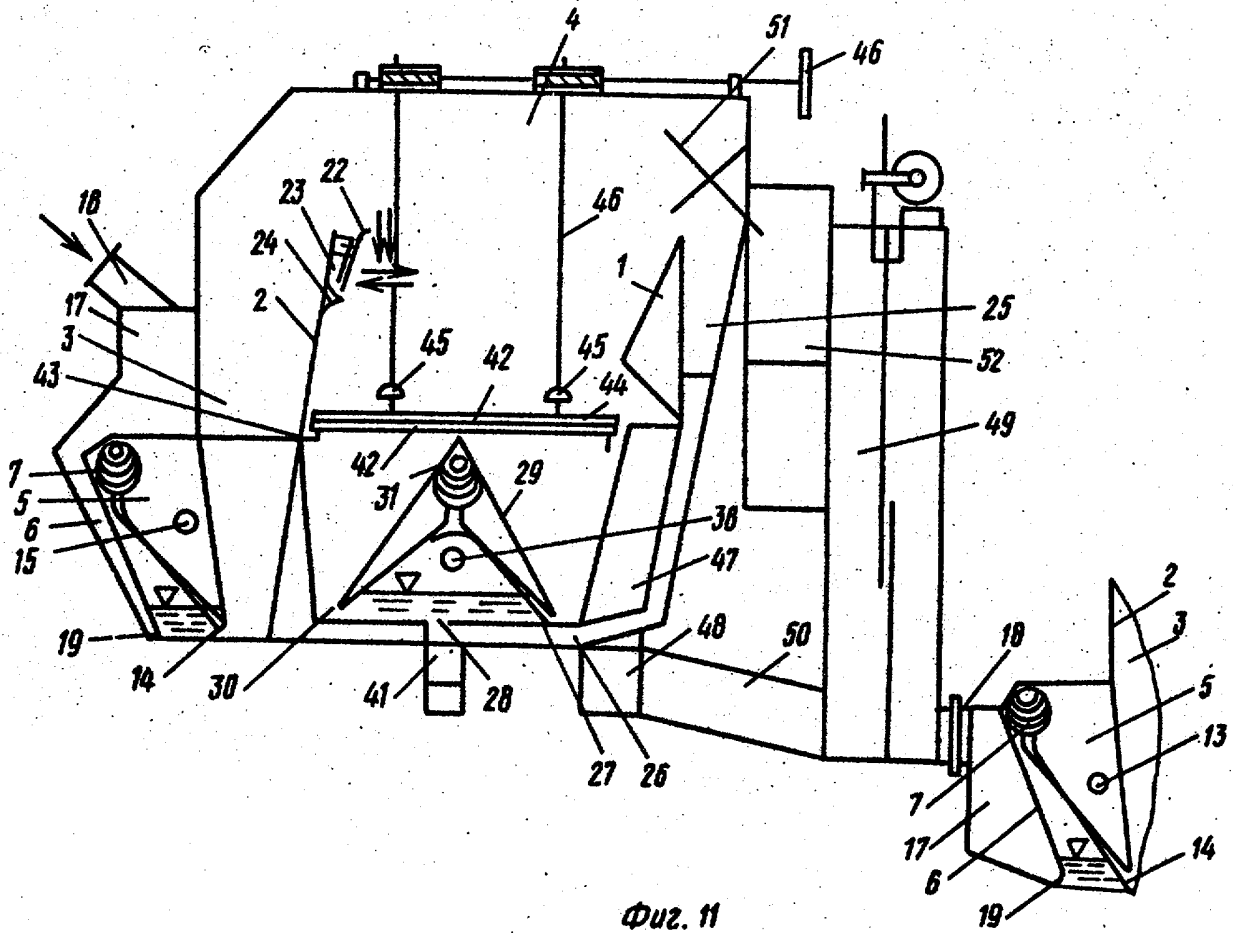


Фиг. 6

1738366



Фиг. 10



Фиг. 11

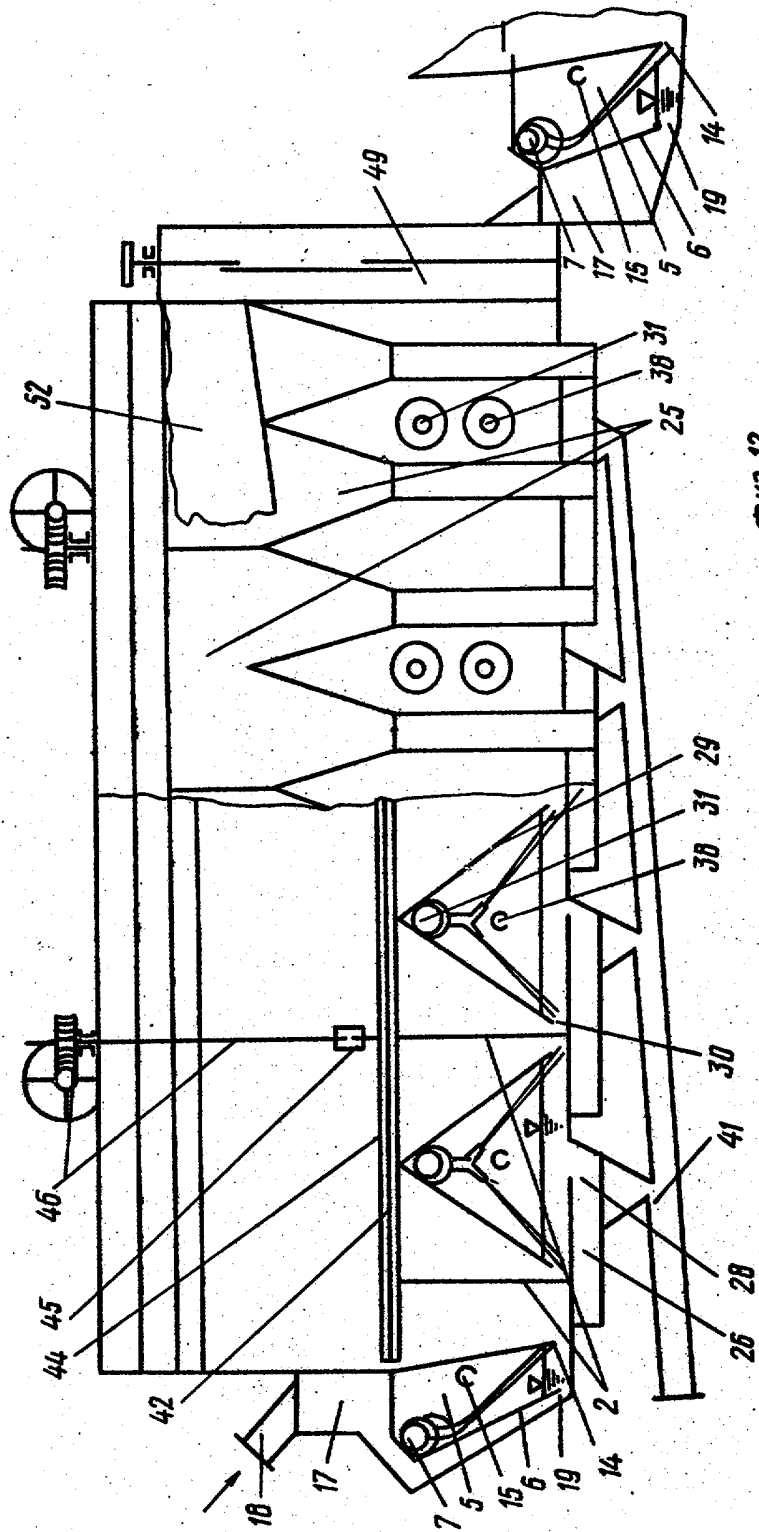
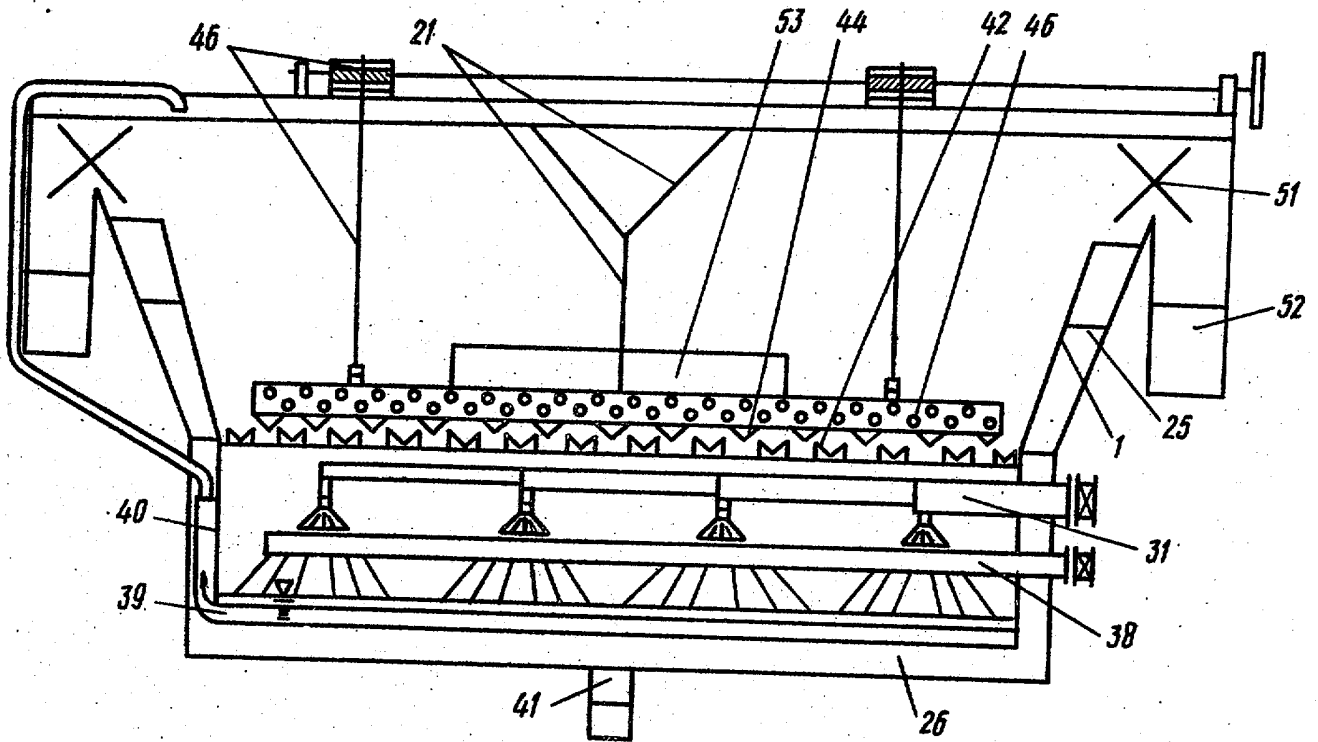


FIG. 12



Фиг. 13

Редактор А. Мотыль

Составитель М. Рубец
Техред М. Моргентал

Корректор М. Демчик

Заказ 1953

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101