

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **042235**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- |   |  |
|---|--|
| <p>(45) Дата публикации и выдачи патента<br/><b>2023.01.26</b></p> <p>(21) Номер заявки<br/><b>202290957</b></p> <p>(22) Дата подачи заявки<br/><b>2020.03.06</b></p> | <p>(51) Int. Cl. <b>B02C 7/08</b> (2006.01)<br/><b>B02C 7/175</b> (2006.01)<br/><b>B02C 23/06</b> (2006.01)<br/><b>B02C 23/08</b> (2006.01)<br/><i>A23J 3/14</i> (2006.01)<br/><i>A23J 1/12</i> (2006.01)<br/><i>C12C 7/28</i> (2006.01)</p> |
|---|--|

---

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА**

---

- |  |   |
|--|---|
| <p>(31) <b>2020108317</b></p> <p>(32) <b>2020.02.26</b></p> <p>(33) <b>RU</b></p> <p>(43) <b>2022.10.14</b></p> <p>(86) <b>PCT/RU2020/000123</b></p> <p>(87) <b>WO 2021/173030 2021.09.02</b></p> <p>(71)(73) Заявитель и патентовладелец:<br/><b>БИОБО ГМБХ (DE)</b></p> <p>(72) Изобретатель:<br/><b>Гордилов Олег Григорьевич (RU)</b></p> <p>(74) Представитель:<br/><b>Куприянова О.И. (RU)</b></p> | <p>(56) CN-A-104383978<br/>US-A1-20180199593<br/>US-A1-20110158931<br/>CN-U-203281388<br/>AKHMETVALIEV M.S. Analiz protsessa razdeleniia suspensii i sovershenstvovanie vibratsionno-tsentrobezhnoi tseftrifugi. APK Rossii, 2015, vol. 74, p. 9-14, section "Rezultaty issledovaniia", drawing 2<br/>NIKOLAEV V.N. et al. Ustanovka dlia razdeleniia pivnoi drobinny na zhidkuiu i gustuiu fraktsii. Aktualnye voprosy agrarnoi nauki, 2018, No. 28, p. 14-22, section "Materialy i metody", first three paragraphs, drawing 1<br/>RU-C2-2335918</p> |
|--|---|

- (57) Изобретение относится к устройствам, предназначенным для мокрого помола волокнистых материалов и твердых гранул, предпочтительно с вертикальной загрузкой, которые могут быть использованы для переработки пивной дробины, являющейся отходом пивоваренной промышленности, с получением белкового продукта в виде суспензии, или муки, или концентрата с высоким содержанием белка. Устройство для измельчения пивной дробины (мельница) включает загрузочную емкость, соединенную с блоком измельчения, где загрузочная емкость снабжена средством увлажнения пивной дробины, а блок измельчения имеет выход для выгрузки измельченной пивной дробины и содержит размещенные соосно статор и ротор с зазором между их рабочими поверхностями; лопасть для перемешивания и перемещения смеси в зазор между статором и ротором, закрепленную со стороны верхней торцевой поверхности ротора в ее центральной части; средство для выгрузки измельченной пивной дробины, размещенное под ротором; при этом ротор выполнен с возможностью ступенчатого измельчения пивной дробины с получением более крупной фракции дробины на верхней ступени, более мелкой - на нижней и в верхней части снабжен лопатками, расположенными по окружности ротора, наружная поверхность которых является частью рабочей поверхности ротора.

**042235**  
**B1**

**042235**  
**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к устройствам, предназначенным для мокрого помола волокнистых материалов и твердых гранул, предпочтительно с вертикальной загрузкой, которые могут быть использованы в пищевой промышленности, в частности при переработке пивной дробины, являющейся отходом пивоваренной промышленности, с получением белкового продукта в виде суспензии, или муки, или концентрата с последующим его использованием в продуктах питания с лечебно-профилактическими и диетическими свойствами. Продукт переработки пивной дробины также может найти применение в животноводстве в качестве кормовой добавки, сельском хозяйстве в качестве удобрения для почв и др.

### Уровень техники

В настоящее время для различных отраслей промышленности важным является тонкий и сверхтонкий размол (или помол) частиц. При этом трудности при решении данной задачи связаны с обеспечением тонкого помола исходного материала с разнородным составом компонентов. Из уровня техники известны коллоидные мельницы - устройства для приготовления суспензий, эмульсий, растворов в различных областях промышленности, в частности, в пищевой промышленности, обеспечивающие получение гомогенного продукта с необходимыми размерами фракций. Размеры частиц, получаемых при дроблении в коллоидных мельницах, могут иметь широкий разброс значений, от нескольких мкм до мм в зависимости от типа сырья.

Заявляемое устройство представляет собой мельницу для измельчения пивной дробины, которая позволяет получать пастообразную массу (суспензию или пульпу) с размером частиц (фракций) от 0,001 мм до 5 мм. Во избежание слипания частиц измельчение производят в присутствии диспергирующей среды, в качестве которой используют жидкость, например воду. Заявляется также производственная (технологическая) линия для получения из пивной дробины продукта с высоким содержанием белка (суспензии, или муки, или концентрата) за счет использования в ее составе мельницы заявляемой конструкции.

В изобретении предлагается конструктивное усовершенствование коллоидной мельницы роторного типа для мокрого помола с вертикальной загрузкой исходного сырья, касающееся ее блока измельчения, который соединен с электродвигателем, и загрузочного бункера. Как правило, конструкция блока измельчения мельницы включает корпус, снабженный входным и выходным патрубками, в котором соосно и с зазором установлены рабочие органы - ротор и статор, с возможностью относительного взаимного вращения. В большинстве известных реализаций мельница содержит механизм регулирования зазора между рабочими органами. Рабочие органы выполнены из высокопрочных материалов, рабочие поверхности имеют сложный рельеф, образованный ножами и канавками. Принцип работы основан на истирании (диспергировании) компонентов исходной смеси в зазоре между рабочими поверхностями ротора и статора при вращении одного из них. Коллоидные мельницы обеспечивают высокую дисперсность суспензии и эмульсии, содержащих нерастворимые твердые компоненты.

Из уровня техники известны различные модификации коллоидных мельниц, производимых компанией IKA WERKE GMBH & CO KG [DE] (<https://www.ikaprocess.com/ru/Products/Inline-dispersers-Mills-dispersing-machine-high-shear-cph-6/>) с роторно-статорным блоком оригинальной конструкции, имеющим определенный рисунок рабочих поверхностей ротора и статора, определенную конусность ротора и статора, а также форму верхней части ротора, снабженной полостью и вырезанными участками, через которые исходный продукт поступает в зазор между ротором и статором. При этом рабочая поверхность ротора выполнена с возможностью трехступенчатого измельчения исходного продукта с получением более крупной фракции дробины на первой ступени и более мелкой - на третьей (с уменьшением ширины и увеличением количества канавок от первой ступени к третьей), в результате чего достигается измельчение частиц с гарантированно воспроизводимым узким диапазоном распределения.

В частности, из уровня техники известна модель высокопроизводительной поточной коллоидной мельницы - IKA МК 2000, производимая данной компанией IKA WERKE GMBH & CO KG [DE] (см. <https://www.ikaprocess.com/ru/Products/Inline-dispersers-Mills-dispersing-machine-high-shear-cph-6/Colloid-Mill-MK-csb-MK/>), предназначенная для мокрого тонкого помола жестких и зернистых материалов. Данная мельница МК 2000 позволяет производить высококачественные коллоидные растворы, а также особо тонкие эмульсии и суспензии. Блок измельчения в мельнице выполнен в виде роторно-статорной системы со спиралевидной либо поперечной нарезкой различной крупности на рабочей поверхности ротора и статора. Коническая конструкция соосно расположенных ротора и статора позволяет плавно регулировать зазор между статором и ротором при перемещении последнего в осевом направлении. Это дает возможность влиять на результаты диспергирования, особенно при использовании разнородных материалов. Кроме того, как правило, известные коллоидные мельницы характеризуются наличием водяной рубашки охлаждения.

Все вышеописанные свойства коллоидной мельницы IKA МК позволяют достичь размера частиц, сопоставимого с размером частиц, получаемых после диспергирования на гомогенизаторе высокого давления.

Известные конструкции коллоидной мельницы имеют характерную форму ротора и статора - в виде усеченного конуса, который совместно с геометрией их рабочих поверхностей обеспечивает получение

сверхтонкого помола частиц. Однако данные конструкции не являются оптимальными для измельчения пивной дробины с целью получения из нее продукта с высоким содержанием белка. При измельчении данными мельницами пивной дробины получают массу, в которой часть белка оказывается связанной внутри спрессованных частиц шелухи, что вызывает потерю белка на следующем технологическом цикле очистки полученного гомогенного продукта от остатков шелухи. Кроме того, известные конструкции характеризуются относительно низкой производительностью и недостаточной надежностью для данного продукта, не обеспечивают бесперебойной работы мельницы в процессе ее эксплуатации из-за забивания блока измельчения частицами измельчаемого сырья. В данной конструкции отсутствует и возможность увлажнения подаваемого сырья в автоматическом контролируемом режиме для получения пастообразной массы, которая необходима для измельчения пивной дробины.

Из патента CN204816672 известна вертикальная коллоидная мельница для молочных продуктов, содержащая расположенные на основании электродвигатель и блок измельчения, который соединен с загрузочным бункером. В блоке измельчения размещен неподвижно статический элемент мельницы (статор), а на валу электродвигателя размещен вращающийся измельчающий элемент (ротор). С нижней стороны ротора размещен центробежный диск. Ротор и статор являются ключевыми частями мельницы, имеют близко расположенные конусообразные поверхности, с выполненными на них зубчатыми прорезями (пазами), которые различаются по своим геометрическим характеристикам и положению на конусообразных поверхностях. В одном из вариантов выполнения блока измельчения рабочие поверхности ротора и статора выполнены с тремя ступенями измельчения, расположенными по длине ротора, каждая из которых характеризуется различными геометрическими характеристиками зубчатых прорезей - угла наклона, длины, глубины. Ротор и статор выполнены из нержавеющей стали.

Однако конфигурация блока измельчения, ротора и статора в данной коллоидной мельнице подобрана для обработки молочных продуктов, имеющих жидкую или сметанообразную консистенцию. Наличие узкого цилиндрического протяженного вертикального участка между загрузочным бункером и рабочей зоной мельницы препятствует свободному прохождению продуктов с недостаточной влажностью. Кроме того, использование в качестве режущих кромок ротора пилообразных канавок (пазов) снижает скорость прохождения частиц продукта крупного размера. Также для данной конструкции коллоидной мельницы характерны недостатки, описанные выше для мельниц, производимых компанией IKA WERKE GMBH & CO KG [DE].

Из патента CN106378237 известна коллоидная мельница, в которой блок измельчения содержит трехступенчатый статический конусообразный статор и четырехступенчатый подвижный конусообразный измельчающий ротор. Ротор соединен с валом высокоскоростного электродвигателя, при этом крепление вала электродвигателя к ротору реализовано с помощью гайки. В блоке измельчения зазор между первой ступенью ротора и верхней крышкой равен 0,25-0,55 мм, зазор между второй ступенью ротора и статором составляет 0,15-0,25 мм, зазор между третьей ступенью ротора и статором составляет 0,085 - 0,15 мм, зазор между четвертой ступенью ротора и статором равен 0,005 мм. Статор представляет собой конус с углом наклона боковой поверхности 8°. Первая ступень ротора имеет ступенчатую конусность и пилообразные канавки, расположенные по спирали под определенным углом наклона спирали. Вторая ступень ротора выполнена с 40 пилообразными канавками с углом их наклона 9°; третья ступень ротора имеет 160 зигзагообразных канавок с углом наклона 12°; четвертая ступень ротора выполнена из карбида металла или снабжена керамическим покрытием.

Однако наличие узкого цилиндрического протяженного вертикального участка перед рабочей зоной мельницы и наличие верхней конусообразной части ротора на верхнем уровне препятствуют свободному прохождению продуктов с недостаточно высокой влажностью или имеющих крупные фракции. Кроме того, данная конструкция также не является оптимальной для измельчения пивной дробины с целью получения из нее продукта с высоким содержанием белка, для чего на выходе из мельницы пастообразная масса должна иметь более крупные размеры фракций, по сравнению с теми, которые обеспечивает известная конструкция. Чрезмерное измельчение является недопустимым для дальнейшей обработки измельченной дробины в сепараторе. Кроме того, использование для крепления вала электродвигателя к ротору обычной гайки, которая попадает в нижнюю часть бункера для загружаемого продукта, образует при вращении в продукте уплотненную область, затрудняющую прохождение продукта в рабочую зону мельницы (ротора и статора). Использование в качестве режущих кромок ротора пилообразных канавок снижает скорость прохождения частиц продукта крупного размера. Кроме того, в данной конструкции также отсутствует возможность увлажнения подаваемого сырья для получения пастообразной массы, которая необходима для измельчения пивной дробины.

Из перечисленных выше конструкций коллоидных мельниц наиболее близкой к заявляемому решению является высокопроизводительная поточная коллоидная мельница - IKA MK 2000, производимая компанией IKA WERKE GMBH & CO KG [DE] (см. <https://www.ikaprocess.com/ru/Products/Inline-dispersers-Mills-dispersing-machine-high-shear-cph-6/Colloid-Mill-MK-csb-MK/>).

Таким образом, из уровня техники не выявлены технические решения, имеющие комплекс конструктивных параметров, обеспечивающих получение из исходной пивной дробины, являющейся отходом пивоваренных заводов, продукта в виде пастообразной массы (пульпы или суспензии), содержащей ос-

татки оболочек ячменя, частички зерна, насыщенные белком и жиром, из которой поле отделения шелухи получают белковую суспензию с высоким содержанием протеина (не менее 45,0-50,0 мас.% в сухом остатке), которая может найти широкое применение в качестве пищевой и кормовой добавок.

Технической проблемой является разработка конструкции мельницы роторного типа с вертикальной загрузкой сырья, лишенной недостатков перечисленных выше аналогов с возможностью получения из пивной дробины продукта с высоким содержанием белка.

#### **Раскрытие сущности изобретения**

Техническим результатом заявляемого изобретения является разработка высокопроизводительного и надежного устройства для измельчения пивной дробины, являющейся отходом пивоваренных заводов, с получением продукта в виде пастообразной массы (пульпы или суспензии), который после отделения от него шелухи (при получении белковой суспензии, муки или концентрата) характеризуется высоким содержанием белка.

Заявляемая мельница и производственная линия, ее использующая, могут быть реализованы с различной производительностью - от нескольких единиц до нескольких десятков тонн продукции в час. При этом надежность конструкции мельницы обусловлена в т.ч. за счет обеспечения непрерывного бесперебойного режима ее работы в течение длительного времени, в т.ч. за счет исключения забивания блока измельчения частицами измельчаемого сырья. Частицы, содержащиеся в пастообразной массе на выходе из мельницы, могут иметь размеры от 0,001 мм до 5 мм.

Технический результат обеспечивается за счет создания устройства для измельчения пивной дробины (мельницы), включающего загрузочную емкость, соединенную с блоком измельчения, где загрузочная емкость снабжена средством увлажнения пивной дробины, а блок измельчения имеет выход для выгрузки измельченной пивной дробины и содержит размещенные соосно статор и ротор с зазором между их рабочими поверхностями; средство для перемешивания (или смешения пивной дробины с жидкостью) и перемещения смеси в зазор между статором и ротором, закрепленное со стороны верхней торцевой поверхности ротора в ее центральной части; средство, например, в виде диска с лопатками, для выгрузки измельченной пивной дробины, размещенное под ротором; при этом ротор выполнен с возможностью ступенчатого измельчения пивной дробины с получением более крупной фракции дробины на верхней ступени, более мелкой - на нижней, и в верхней части снабжен лопатками, распложенными по окружности ротора, наружная поверхность которых является частью рабочей поверхности ротора.

В одном из вариантов осуществления изобретения статор выполнен неподвижным, ротор - подвижным. При этом статор и ротор могут быть выполнены в виде усеченных конусов в продольной плоскости сечения.

Предпочтительно ротор выполнен с возможностью трехступенчатого измельчения пивной дробины.

Лопатки, распложенные на верхней торцевой поверхности ротора, с одного конца имеют скос со стороны внешней поверхности, с другого конца - скос со стороны внутренней поверхности, обеспечивающие поступление пивной дробины в зазор между ротором и статором. Предпочтительно выполнение двух лопаток с расположением их напротив друг друга.

Рабочая поверхность ступеней ротора выполнена с уменьшением ширины и увеличением количества канавок от верхней ступени к нижней.

Средство увлажнения пивной дробины в одном из вариантов реализации представляет собой кольцевой трубопровод, расположенный в верхней части загрузочной емкости и снабженный отверстиями или форсунками для подачи жидкости. Средство увлажнения пивной дробины может быть выполнено с возможностью контроля и управления количеством подаваемой жидкости.

Средство для перемешивания (дробины с жидкостью) и перемещения смеси в зазор между статором и ротором может быть выполнено в виде V-образной или Y-образной лопасти. При этом данная лопасть размещена в полости со стороны входа в блок измельчения, ограниченной с нижней стороны торцевой поверхностью ротора таким образом, что по высоте может занимать до половины высоты данной полости.

Загрузочная емкость может быть снабжена датчиками уровня загрузки пивной дробины, которые могут быть подключены к контроллеру для управления подачей исходной дробины в загрузочную емкость.

Блок измельчения предпочтительно выполнен с возможностью измельчения пивной дробины до размера частиц 0,001-5 мм.

Средство для выгрузки измельченной пивной дробины выполнено в виде диска с лопатками, размещенного на оси ротора.

Выход для выгрузки измельченной пивной дробины блока измельчения имеет ширину отверстия, равную 8-10% от длины окружности внешнего диаметра статора.

Технический результат обеспечивается за счет создания установки для получения белковой суспензии из пивной дробины, содержащей соединенные в технологической последовательности устройство для разрыхления пивной дробины и удаления из нее механических включений; устройство для измельчения пивной дробины (мельницу), конструктивное выполнение которой представлено выше; экстрактор, выполненный с возможностью разделения массы на суспензию и шелуху; вибрационный фильтр,

выполненный с возможностью отделения из полученной суспензии оставшихся частиц шелухи.

Устройство для измельчения пивной дробины выполнено с возможностью измельчения массы до размера частиц 0,001-5 мм. Экстрактор выполнен с возможностью экстракции (разделения) массы с размерами частиц 0,001-1,0 мм от более крупных частиц. Вибрационный фильтр выполнен с размерами ячеек фильтра 0,1-0,5 мм. В качестве устройства для разрыхления и удаления механических включений может быть использовано вибросито с магнитным уловителем. Вибросито выполнено с размером ячеек 6-10 мм, частотой колебаний сита от 10 до 50 Гц амплитудой 2-20 мм.

Производственная линия может дополнительно содержать блок концентрирования белковой суспензии, имеющий выходы для концентрата и фугата. При этом выход для фугата блока концентрирования белковой суспензии может быть подключен к устройству для измельчения пивной дробины с возможностью ее увлажнения перед измельчением.

Заявляемое устройство (мельница) обеспечивает дополнительное увлажнение исходного сырья в загрузочной емкости и параметры измельчения, после которого продукт содержит частицы размером от 0,001 до 5 мм. Полученный на выходе из мельницы продукт наилучшим образом разделяется на сепараторе на пищевую и непищевую фракции. Чрезмерное измельчение пивной дробины (с получением частиц менее 0,001 мм) превращает дробину в однородную массу, что препятствует эффективному ее разделению на шелуху и суспензию с высоким содержанием протеина.

Кроме того, в заявляемой конструкции мельницы отсутствует необходимость использования водяной рубашки охлаждения в связи с использованием средства подачи жидкости (температура которой может составлять от 3 до 30°C), используемого для увлажнения исходного сырья, которая в процессе работы мельницы и осуществляет ее непрерывное/периодическое охлаждение. Отсутствие водяной рубашки упрощает конструкцию мельницы по сравнению с известными аналогами.

Преимуществом разработанной конструкции мельницы является получение измельченного продукта, в котором часть белка оказывается не связанной внутри спрессованных частиц шелухи, что предотвращает потерю белка на следующем технологическом цикле очистки полученного гомогенного продукта от остатков шелухи.

Заявляемое устройство характеризуется высокой интенсивностью измельчения, а также надежной, эффективной и продолжительной его работы.

#### **Краткое описание фигур**

Изобретение поясняется иллюстративными материалами, где на фиг. 1 представлено схематическое изображение заявляемой мельницы, установленной на основании вместе с электродвигателем - виды спереди и сбоку; на фиг. 2 представлено схематичное изображение загрузочной емкости мельницы: А - схема расположения конструктивных элементов в загрузочной емкости, Б - вид сверху на загрузочную емкость, В - схематичное изображение мельницы, демонстрирующее процесс подачи и обработки исходного продукта; на фиг. 3 представлено продольное сечение мельницы; на фиг. 4 - общий вид мельницы с вырезанным фрагментом для визуализации отдельных конструктивных элементов, расположенных в корпусе мельницы; на фиг. 5 - продольное сечение мельницы в одном из возможных вариантов ее осуществления с указанием возможной величины зазора между ротором и статором; на фиг. 6 и 7 представлены общие виды статора и ротора, соответственно, демонстрирующие пример возможной реализации рельефа их рабочих поверхностей; на фиг. 8 - вид сбоку и поперечный разрез в плоскости выходного отверстия для выгрузки измельченного продукта (Г-Г); на фиг. 9-12 представлен один из возможных вариантов выполнения V-образной лопасти, размещаемой в верхней части ротора; общий вид, вид спереди, вид сбоку и вид сверху, соответственно; на фиг. 13-15 представлены фотографии отдельных конструктивных частей опытного образца мельницы, где на фиг. 13 показан вид сверху на блок измельчения (с демонтированным загрузочным бункером), на фиг. 14 и фиг. 15 - общие виды ротора, размещенного на диске для перемещения измельченного продукта к выходному отверстию; на фиг. 16 представлена фотография опытной производственной линии (фрагмент) для получения белковой суспензии из пивной дробины, включающей заявляемую мельницу, на фиг. 17 - схема реализации опытной производственной линии для получения белковой муки из пивной дробины, включающей заявляемую мельницу.

Позициями на фигурах обозначены:

- 1 - мельница,
- 2 - блок измельчения (помола),
- 3 - загрузочная емкость,
- 4 - корпус блока измельчения 2,
- 5 - статор,
- 6 - ротор,
- 7 - электродвигатель,
- 8 - вал ротора 6 (связанный с валом электродвигателя, например, ременной передачей или посредством редуктора),
- 9 - основание (или рама) для размещения электродвигателя 7 и мельницы 1,
- 10 - зазор между статором 5 и ротором 6,
- 11 - полость со стороны входа в блок измельчения,

- 12 - Y-образная или V-образная лопасть,
- 13 - кольцевой водяной трубопровод,
- 14 - отверстия (или форсунки) в трубопроводе для подачи воды или фугата,
- 15, 16, 17 - датчики уровня,
- 18 - регулировочный вентиль подачи воды,
- 19, 20, 21 - режущие кромки лопасти 12,
- 22 - винт, на котором закреплена лопасть 12,
- 23 - первая (верхняя) ступень ротора 6,
- 24 - вторая ступень ротора 6,
- 25 - третья (нижняя) ступень ротора 6,
- 26 - полость в верхней части ротора 6,
- 27 - стенки (лопатки) ротора, ограничивающие полость 26,
- 28 - диск с лопатками для перемещения измельченного продукта к выходному отверстию,
- 29 - входное отверстие блока измельчения,
- 30 - выходное отверстие блока измельчения,
- 31 - вибросито,
- 32 - транспортёр,
- 33 - шнековый экстрактор,
- 34, 36 - импеллерный насос,
- 35 - вибрационный фильтр,
- 37 - накопительная ёмкость для белковой суспензии,
- 38 - накопительная ёмкость для шелухи,
- 39 - блок обработки белковой суспензии для получения белкового концентрата или белкового изолята,
- 40 - емкость для фугата.

#### **Осуществление изобретения**

Ниже представлено более детальное описание изобретения, которое не ограничивает объем его притязаний, а демонстрирует возможность их осуществления с достижением заявляемого технического результата. При этом в изобретении продемонстрирована возможность использования заявляемой мельницы (фиг. 1-15) как части установки (фиг. 16) по переработке пивной дробины с получением высокобелковой суспензии.

Заявляемая конструкция мельницы 1 выполнена с возможностью равномерного увлажнения сырья (пивной дробины) по объему, измельчения ее компонентов (остатки оболочек ячменя, частички зерна, насыщенные белком и жиром т.д.) до фракций с размером от 0,001 мм до 5 мм, и гомогенизации. Мельница содержит блок измельчения (помола) 2, соединенный с загрузочной емкостью (загрузочным бункером) 3. Блок измельчения содержит соосно установленные в корпусе 4 рабочие органы (статор 5 и ротор 6), выполненные с цилиндрической или конусообразной рабочей поверхностью в продольном сечении. Вращение статора и/или ротора осуществляется относительно их общей оси. В случае неподвижной установки одного из рабочих органов устройство имеет более простое технологическое исполнение. В одном из вариантов реализации изобретения использован вращающийся рабочий орган - ротор и неподвижный - статор. Рабочие органы в предпочтительном варианте реализации мельницы имеют конусообразную форму. Ротор 6 закреплен на валу 8, который связан с валом электродвигателя 7 любыми известными из уровня техники средствами, например, посредством ременной передачи или с помощью редуктора. Мельница 1 и электродвигатель 7 могут быть размещены на одном основании.

Ротор 6 в корпусе 4 установлен относительно статора 5 с зазором 10 между их рабочими поверхностями, в котором происходит измельчение подаваемого материала, величина которого может быть в диапазоне от 0,5 до 2,5 мм, и настраиваться, например, возвратно-поступательным перемещением ротора (в случае выполнения рабочих органов в виде усеченных конусов). При этом предпочтительным является выполнение ротора и статора и их установка относительно друга друга с увеличением величины зазора от третьей (нижней) ступени ротора к первой (верхней).

На валу ротора 6 также смонтирован опорный диск 28, выполненный с лопатками, имеющими форму, обеспечивающую при вращении диска перемещение измельченного продукта к выходному отверстию 29.

Ниже представлено более детальное описание отдельных частей и конструктивных элементов мельницы.

Загрузочная емкость 3 предпочтительно выполнена в виде воронки (фиг. 1, 2). При этом мельница снабжена средством подачи жидкости для увлажнения сырья. Для обеспечения равномерного увлажнения сырья данное средство может быть выполнено в виде водяного трубопровода 13 с отверстиями или форсунками 14, расположенного по окружности емкости 3 в ее верхней части выше отметки, характеризующей максимальную загрузку емкости сырьем. В предпочтительном варианте осуществления изобретения отверстия 14 в трубопроводе равномерно распределены по его длине, что обеспечивает равномерное увлажнение (разжижение) пивной дробины по всему объему в процессе обработки. Загрузочная ем-

кость 3 снабжена датчиками уровня 15, 16 и 17 (фиг. 2), обеспечивающими контроль процесса подачи исходного сырья и воды в мельницу 1. Предпочтительно размещение в загрузочной емкости трех датчиков уровня 15, 16 и 17, соединенных с микроконтроллером, который может быть расположен в непосредственной близости от датчиков уровня, например, на основании (раме), на которой установлена мельница. При этом один из датчиков - верхний 17, предназначен для контроля максимально возможной загрузки сырья (например, 85-90 об.% от максимальной вместимости загрузочной емкости); второй датчик - средний 16, предназначен для контроля оптимального уровня загруженного сырья (например, 25-30 об.% от максимальной вместимости загрузочной емкости), третий датчик - нижний 15, установлен у дна загрузочного бункера, например, на расстоянии 15 см от дна, для контроля минимально возможного количества сырья в бункере (например, 10-15 об.% от максимальной вместимости бункера). При достижении подаваемым сырьем уровня ниже уровня расположения данного датчика 15 работа мельницы прекращается до момента поступления очередной партии сырья.

Ротор 6 блока измельчения 2 мельницы 1, закрепленный на валу 8, имеет оригинальную конструкцию с многоступенчатой рабочей поверхностью и полостью 26 в верхней части ротора 6, в которой размещена V-образная или Y-образная лопасть 12, закрепленная со стороны торцевой поверхности вала 8. Оптимальным является выполнение рабочей поверхности ротора трехступенчатой - для обеспечения трехступенчатого измельчения дробины с получением более крупной фракции на первой ступени и более мелкой на третьей. Для этого внешняя (рабочая) поверхность каждой ступени ротора имеет рельеф, образованный ножами и канавками, расположенными между ножами, обеспечивающими требуемое измельчение исходного продукта. При этом расстояние между соседними ножами уменьшается от первой ступени к третьей, как показано на фиг. 7.

В одном из вариантов реализации ротор 6 может иметь высоту, равную или меньше высоты статора 5, при этом ступени ротора 6 также могут быть выполнены равными или отличающимися по высоте. Геометрические размеры ротора и статора (высота, диаметр) определяются производительностью мельницы. В конкретном варианте реализации мельницы с высотой ротора 120 мм ступени 23-25 ротора 6 выполнены с одинаковой высотой 40 мм. Рабочая поверхность первой ступени 23 образована пересекающимися «ножами» (в виде выступов), расположенными под углом к образующей конуса данной ступени, например, 15-45 град, на расстоянии друг от друга (с шагом) от 3 до 6 мм, которые в совокупности формируют поверхность, состоящую предпочтительно из ромбов, как показано на фиг. 8. Рисунок рабочей поверхности второй ступени 24 ротора 6 может повторять рисунок первой ступени с уменьшением расстояния (шага) между соседними ножами, например, на 1/2 - 1/3 от величины шага первой ступени. Рабочая поверхность третьей ступени 25 может быть образована ножами, расположенными примерно параллельно по всей поверхности под углом к образующей, например, 15-50 град, на расстоянии друг от друга (с шагом), аналогичном расстоянию (шагу) между соседними (параллельными) ножами второй ступени или меньшем, например, 1/2 - 1/3. Данная геометрия ротора была определена для мельницы производительностью 1,5-2 т/ч. При этом возможно и иное выполнение ротора, его ступеней и рабочей поверхности с расположением ножей, которые в совокупности обеспечивают требуемую степень помола частиц дробины. Ротор может быть изготовлен в виде единой детали или может состоять из отдельных деталей - ступеней.

Загрузочная емкость 1 соединена с блоком измельчения 2 с образованием «переходной» полости в верхней части последнего от нижней поверхности емкости 1 до верхней торцевой поверхности ротора 6 (его первой ступени), в которой размещена V-образная лопасть 12. При этом в роторе 6 в его верхней части выполнена выемка (полость 26), ограниченная двумя стенками 27, расположенными по окружности ротора напротив друг друга (на равноудаленном расстоянии друг от друга), которые выполняют функцию лопаток, прижимающих дробину к стенкам статора 5, которая затем поступает в зазор 10 между статором и ротором. Для этого каждая стенка (лопатка) с одного конца имеет скос со стороны внешней поверхности, с другого конца - скос со стороны внутренней поверхности. При этом наружная поверхность лопаток 27 является частью наружной (рабочей) поверхности первой ступени 23 ротора. Протяженность (длина) лопатки, измеряемая по окружности, в одном из вариантов выполнения ротора может составлять 1/4 длины окружности. Возможно также выполнение лопаток меньшей длины (например, от 1/4 до 1/6 длины окружности) с увеличением расстояния (зазора) между лопатками по окружности, через которое осуществляется поступление исходной дробины в зазор 10.

Рабочая поверхность статора 7 (фиг. 6) также выполнена рифленой - образованной ножами и канавками (или выступами и впадинами), предпочтительно продольно ориентированными, с небольшим углом наклона к образующей статора, например, от 5 до 30 град.

По центру ротора 6 в полости 26 на торцевой поверхности вала 8 жестко закреплена Y-образная или V-образная лопасть 12, которая совместно с лопатками 27 улучшает проходимость дробины через мельницу, увеличивая ее производительность. В конкретном варианте реализации изобретения (фиг. 9-12) V-образная лопасть 12 выполнена, например, из одной пластины, изогнутой под углом  $\alpha$  от 35 до 55 град и снабженной режущими кромками (с заточкой) 19-21, где кромка 19 расположена по ходу вращения лопасти с углом атаки 12-15%. Предпочтительно в развертке лопасть имеет форму параллелограмма, острый угол которого может составлять от 35 до 55 град. Данная лопасть способствует принудительному "заса-

сыванию" пивной дробины в зазор между статором и ротором с попутным предварительным разрыхлением (измельчением) подаваемого сырья (пивной дробины). В одном из вариантов выполнения V-образной лопасти 12 ее элементы, две лопатки, могут быть расположены с поворотом относительно их собственных продольных осей (проходящих через их середину) на угол ( $\beta$  от 5 до 45 градусов по ходу (в направлении) вращения лопасти, что позволяет улучшить "захват" и подачу пивной дробины из полости верхней части ротора в зазор 10. В одном из вариантов выполнения данная лопасть может быть приварена к головке винта, с помощью которого осуществляется ее жесткая фиксация в теле вала 8.

На валу 8 под ротором 6 также размещен диск 27 с лопатками 28, предназначенный для перемещения измельченной дробины к выходному отверстию блока измельчения, которые могут иметь форму, показанную на фиг. 14 и 15.

В заявляемой мельнице выходное отверстие 30 для готового продукта может быть выполнено расширенным на 20-30%, по сравнению с известными конструкциями (фиг. 8). В одном из вариантов осуществления изобретения выходное отверстие по высоте может быть ограничено нижней поверхностью ротора 6 (его нижней ступени) и нижней поверхностью диска 28 (т.е. быть по высоте примерно равным высоте диска 28, осуществляющим перемещение измельченного продукта к выходному отверстию), по ширине - 8-10% от длины окружности внешнего диаметра статора. Так как исходный продукт имеет высокую вязкость и многочисленные включения зернистого материала, расширение размера выходного отверстия обеспечивает свободный выход суспензии, исключая повышение давления в корпусе из-за задержки у выхода измельченного продукта, препятствующей подаче материала в рабочую зону блока измельчения.

Заявляемая мельница может быть использована в составе установок для получения из пивной дробины различных белковых продуктов в виде суспензии как самостоятельного продукта, так и предварительного сырья для получения концентрата, изолята, муки и т.д., требующих измельчение исходной пивной дробины в процессе ее переработки с получением промежуточных фракций (на выходе из мельницы) от 0,001 мм до 5 мм.

Производственная линия для получения из пивной дробины белковой суспензии (фиг. 16, 17), содержит соединенные в технологической последовательности устройство для разрыхления и удаления механических включений - вибросито 31, соединенное с транспортером 32; мельницу 1 заявляемой конструкции с электродвигателем 7; экстрактор 33 выполнен с возможностью разделения (экстракции) массы с размерами частиц 0,001-1,0 мм от более крупных частиц (разделения ее на суспензию и шелуху); вибрационный фильтр 35 с размерами ячеек фильтра 0,2-0,5 мм выполнен с возможностью дополнительного отделения из полученной суспензии оставшихся частиц шелухи; накопительные емкости для белковой суспензии 37 и шелухи 38. При этом в качестве устройства для разрыхления и удаления механических включений может быть использовано вибросито с магнитным уловителем с размером ячеек 6-10 мм, частотой колебаний сита от 10 до 50 Гц амплитудой 2-20 мм. В качестве экстрактора использован шнековый экстрактор со скоростью вращения шнека от 2 об/мин до 8 об/мин. Дополнительно производственная линия может содержать блок 39 концентрирования белковой суспензии, снабженный выходом для фугата, который может быть подключен к трубопроводу 13 для увлажнения сырья, подаваемого в мельницу 1.

Мельница может быть изготовлена из пищевой нержавеющей стали. Мельница работает следующим образом.

Включают электродвигатель 7, который приводит во вращение вал 8 и, соответственно, размещенные на нем ротор 6 с V-образной лопастью 12 и диск 28. Через загрузочную емкость 1 в блок измельчения 2 подают увлажненную пивную дробину (за счет средств подачи жидкости - воды или фугата), где в зазоре между ротором 6 и статором 5 происходит измельчение частиц дробины. В процессе измельчения центробежные силы перемещают материал к периферии, откуда он с помощью диска 28 выводится через выходное отверстие 30 в накопительную емкость для измельченного материала.

Ниже продемонстрирована возможность использования мельницы в составе установки для получения из пивной дробины белковой суспензии.

Исходную пивную дробину с влажностью 70-90% подвергают переработке на мельнице 1, как правило, до истечения 3 часов после ее получения (с момента образования ее в качестве отхода пивного производства). Дробину загружают ручным или любым механизированным способом на вибросито 31 с размером ячеек сита 6-10 мм, снабженным магнитным уловителем, в котором происходит разрыхление пивной дробины и удаление из нее механических и металлических посторонних включений. Обработка на вибросите 31 заключается в просеивании дробины с частотой колебаний сита от 10 до 50 Гц амплитудой 2-20 мм в течение 2-10 с с получением сырья без комков и однородного состава для следующего этапа переработки, на котором производят его измельчение. Разрыхление пивной дробины до получения однородной массы с удалением механических включений может быть реализовано помимо вибросита любым другим известным из уровня техники устройством или набором устройств, обеспечивающим перечисленный функционал. Далее для измельчения разрыхлённую пивную дробину транспортером 32 подают в мельницу 1, установленную вместе с электродвигателем 7 на основании 9, обеспечивающую измельчение исходной дробины до фракции размером 0,001-5,0 мм. При этом в процессе загрузки сырья



в загрузочную емкость мельницы постепенно, добавляют воду с обеспечением равномерного увлажнения сырья по объему, которое может осуществляться в непрерывном или пульсирующем режимах. Количество подаваемой воды, как правило, составляет от 0,5:1 до 1:1 по массе по отношению к пивной дробине. Влажность пивной дробины, перерабатываемой в мельнице, предпочтительно должна находиться в пределах 90-95%. В мельнице 1 происходит равномерное ее перемешивание (и/или гомогенизация) до получения пастообразной однородной массы - пульпы с вязкостью предпочтительно 750-1400 сПа·с, которая затем самотеком поступает в шнековый экстрактор 33, в котором происходит разделение массы на суспензию с влажностью 90-95% и вязкостью 1,5-3 сПа·с и шелуху с влажностью 60-75%. Подача дробины в мельницу может осуществляться любыми известными из уровня техники средствами, например, шнековым, или ленточным, или скребковым транспортёром.

Измельчение пивной дробины в мельнице 1 происходит между рабочими поверхностями ротора 6 и статора 5, например при вращении ротора 6 мельницы со скоростью 1800-3200 об/с, что позволяет обеспечить густую, однородную, но текучую консистенцию пульпы для максимального извлечения питательной фракции из исходного сырья на этапе шнековой экстракции. Фугат, полученный при последующей обработке пищевой суспензии (при ее концентрировании), предпочтительно использовать для подачи в мельницу 1 вместо воды, что обеспечивает более полное извлечение питательной фракции, остающейся в фугате, а также позволяет избавиться от необходимости утилизации фугата, обеспечивая экономии ресурсов, необходимых в случае утилизации фугата для очистки перед сбросом в канализацию. Вода или фугат из блоков подаются в воронкообразную загрузочную емкость 3 мельницы 1 через отверстия 14 водяного трубопровода 13, расположенного по окружности емкости в ее верхней части выше отметки, характеризующей максимальную загрузку емкости сырьем. Регулирование количества подаваемой воды или фугата может осуществляться с помощью вентиля 18.

После измельчения в мельнице 1 пульпу подвергают обработке в шнековом экстракторе 33 со скоростью вращения шнека от 2 об/мин до 8 об/мин, что позволяет максимально быстро в течение 1-2 с отделить пищевую суспензию от побочного продукта производства - ячменной шелухи. Для этого произведенная мельницей 1 пастообразная масса (пульпа) самотеком поступает в шнековый экстрактор 33, где она сепарируется от шелухи с получением на выходе основного продукта производства - пищевой суспензии с влажностью не более 95%, и побочного продукта производства - ячменной шелухи с влажностью 60-75% и размерами частиц шелухи от 1,0 мм до 5,0 мм. Так как после обработки суспензии в шнековом экстракторе 33 в ней все еще остаётся 2-5% мелкой шелухи с размерами от 0,01 до 1,0 мм, суспензия передаётся импеллерным или другим насосом 34, рассчитанным на работу с пищевой суспензией со степенью загрязнения до 5% мелкими растительными фракциями с размером не более 1,0 мм, на следующий этап очистки в вибрационный фильтр 35 с размерами ячеек фильтра 0,2-0,5 мм, что позволяет практически полностью убрать из пищевой суспензии оставшуюся шелуху, которая остаётся после этапа шнековой экстракции. После вибрационного фильтра 35 посредством импеллерного насоса 36 суспензию перекачивают в накопительную емкость 39. Полученная белковая суспензия с содержанием 40-65 мас.% протеина в сухом остатке может выступать в качестве конечного продукта, который может быть использован в качестве пищевой или кормовой добавки, а также может быть заморожен для последующего использования. Полученная белковая суспензия может быть направлена на последующую технологическую обработку в блок 39 с целью получения из нее белкового концентрата с содержанием белка 60-80 мас.% или белкового изолята с содержанием белка более 80 мас.%.

Шелуха является побочным продуктом переработки пивной дробины и в процессе работы шнекового экстрактора шелуха самопроизвольно ссыпается в накопительный бункер, из которого шнековым или винтовым, или другим транспортёром передаётся в накопительную ёмкость 38. Заявляемая производственная линия может быть использована для получения белковой суспензии и с меньшим содержанием белка, например, 40, 42, 47 и 49 мас.% (с меньшей энергетической ценностью). Такой продукт может найти применение, в областях, где отсутствуют требования по достижению максимально возможного количественного содержания белка в белковом продукте, например, в качестве прикорма для животных.

Для демонстрации возможности осуществления изобретения были изготовлены мельница заявляемой конструкции и производственная линия, в которой была использована данная мельница мощностью 11 кВт, с частотой вращения ротора 2200 об/мин и имела габариты 1200×940×530 мм и производительность 1500 кг дробины в час. Ротор и статор мельницы были выполнены, как показано на фиг. 6, 7, и имели следующие параметры: высота ротора - 120 мм; высота отдельных ступеней ротора 40 мм; диаметр основания ротора (нижней ступени) 120 мм; верхней ступени 100 мм; высота и диаметр основания статора 120 и 220 мм; величина "рабочего зазора между ротором и статором у основания и в верхней части - 0,8 и 1,2 мм; рельеф рабочих поверхностей ротора и статора определялся следующими параметрами: ромбовидный рисунок верхней ступени ротора определялся размером длинной диагонали ромба 10 мм, шириной ромба (короткой диагональю) - 5 мм, ромбовидный рисунок второй (средней) ступени ротора определялся размером длинной диагонали ромба 5 мм, короткой - 2,5 мм, расстояние между соседними ножами третьей (нижней) ступени ротора составляло 2 мм, при этом ширина и высота ножей (выступов, формирующих ножи) на всех ступенях составляла 2-2,5 мм; V-образная лопасть имела следую-

щие размеры: длина - 50 мм, ширина - 15 мм, толщина - 2 мм, угол между лопастями- 45 град, угол атаки лопасти - 12 град; размеры выходного отверстия 65×45 мм (ширина х высота), входного отверстия в корпусе 130 мм. Угол наклона образующей ротора к горизонтальной линии в продольном сечении блока измельчения составил 83 градуса, статора - 85 градусов (фиг. 5). Загрузочная емкость 3 была выполнена объемом 0,15 м<sup>3</sup> и снабжена средством подачи питьевой воды.

На полученной установке была проведена переработка 260 кг пивной дробины влажностью 75,59% (энергетическая ценность 150 ккал), которую загружали ручным способом на вибросито 31, в качестве которого был использован вибрационный стол XFZ1020 с одноуровневым ситом с ячейкой 10 мм, длина стола 2000 мм, ширина стола 1000 мм, частота вибрации 20 Гц, амплитуда вибрации 8 мм. С вибросита 31 массу ленточным транспортёром 32 подавали в мельницу 1, где пивная дробина увлажнялась водой, расчётное количество которой составило 170 л (0,67:1), которая поступала в мельницу со скоростью 15 л/мин, при этом увлажненная пивная дробина подвергалась измельчению до размера фракции 0,1-1,0 мм. Контроль процесса подачи исходного сырья и воды в загрузочную емкость 3 мельницы 1 осуществлялся с помощью трех датчиков уровня 15, 16 и 17, встроенных в корпус загрузочной емкости 3, и микроконтроллера, расположенного в непосредственной близости от датчиков уровня. При этом один из датчиков - верхний 17 был использован для контроля максимальной возможной загрузки сырья в бункер, при достижении которого подавалась команда на остановку загрузочного транспортера; второй датчик - средний 16 был использован для контроля минимального уровня загруженного сырья (25-30 об.% от максимальной вместимости бункера), при достижении которого подавалась команда на включение загрузочного транспортера и подачу сырья в загрузочный бункер, что обеспечивало непрерывный процесс работы мельницы. Третий датчик - нижний 15 установлен у дна загрузочного бункера на расстоянии 15 см от дна для контроля минимально возможного количества сырья в бункере, ниже которого работа мельницы прекращается до момента поступления очередной партии сырья. Полученная пульпа с вязкостью 900-1200 сП и влажностью 95% после мельницы поступала в шнековый экстрактор 35, в качестве которого был использован агрегат марки KDLZ-1,5 мощностью 4 кВт с частотой вращения 4,5-10 об/мин, на выходе из которого получали основной продукт производства - пищевую суспензию с влажностью 95%, вязкостью 2,013 сП и побочный продукт производства - ячменную шелуху с влажностью 70,84%. Пищевую суспензию посредством импеллерного насоса 34 мощностью 0,25 кВт с частотой вращения 1200 об/мин подавали на вибрационный фильтр 35 марки XZS-1200-1S мощностью 0,75 кВт с размером отверстий 0,3 мм и после фильтрации, посредством импеллерного насоса 36 мощностью 0,25 кВт с частотой вращения 1200 об/мин перекачивали в накопительную ёмкость 37. Шелуха самопроизвольно сыпалась в накопительную ёмкость 38. Таким образом, получали пищевую суспензию влажностью 93%, вязкостью 1,907 сП и размером частиц до 0,005-0,3 мм. Для оценки состава 12 л суспензии высушили в распылительной сушилке HT-RY1500 в течение 8 ч при температуре 200°C до содержания влаги 10% (производительность распылительной сушилки HT-RY1500 составляет 1500 мл суспензии в час).

Мельница и производственная линия, ее использующая, обеспечивают получение продукта переработки пивной дробины в виде пищевой суспензии с содержанием белка не менее 40 мас.% в сухом остатке с пищевой энергетической ценностью 220±50 ккал. Суспензия может являться продуктом, готовым к применению, или промежуточным продуктом, из которого при дальнейшей обработке могут быть получены концентрат, изолят или мука с содержанием белка до 90-95 мас.% в сухом остатке.

Обработка пивной дробины на мельнице заявляемой конструкции позволяет получать белковый продукт влажностью не более 95% и размером частиц не более 5 мм с содержанием белка не менее 40,0 мас.% в сухом остатке и без содержания глютена. Мельница при получении белковой суспензии позволяет максимально сохранить все ценные биологически активные компоненты исходной пивной дробины. Богатый химический состав пивной дробины с минимальным содержанием углеводов предопределяет перспективность ее использования в пищевой промышленности, в частности в производстве мучных кондитерских изделий, как белково-минерально-витаминной добавки.

При проведении испытаний по получению белкового продукта на известных конструкциях мельниц с роторно-статорным блоком измельчения, в качестве которых были использованы коллоидные мельницы без средства увлажнения исходного сырья и средства для перемешивания и перемещения, количественное содержание белка в готовом продукте было значительно ниже, чем в заявляемой конструкции. Результаты испытаний представлены в таблице.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для измельчения пивной дробины, включающее загрузочную емкость, соединенную с блоком измельчения, где загрузочная емкость снабжена средством увлажнения пивной дробины, а блок измельчения имеет выход для выгрузки измельченной пивной дробины и содержит размещенные соосно статор и ротор с зазором между их рабочими поверхностями; средство для перемешивания и перемещения смеси в зазор между статором и ротором, закрепленное со стороны верхней торцевой поверхности ротора в ее центральной части; средство для выгрузки измельченной пивной дробины, размещенное под ротором;

при этом ротор выполнен с возможностью ступенчатого измельчения пивной дробины с получением более крупной фракции дробины на верхней ступени, более мелкой - на нижней и в верхней части снабжен лопатками, распложенными по окружности ротора, наружная поверхность которых является частью рабочей поверхности ротора.

2. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что статор выполнен неподвижным, ротор - подвижным.

3. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что статор и ротор выполнены в виде усеченных конусов в продольной плоскости сечения, проходящей через его ось.

4. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что ротор выполнен с возможностью трехступенчатого измельчения пивной дробины.

5. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что каждая лопатка с одного конца имеет скос со стороны внешней поверхности, с другого конца - скос со стороны внутренней поверхности, обеспечивающие поступление пивной дробины в зазор между ротором и статором.

6. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что имеет две лопатки, расположенные по окружности ротора напротив друг друга.

7. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что рабочая поверхность ступеней ротора выполнена с уменьшением ширины и увеличением количества канавок от верхней ступени к нижней.

8. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что средство увлажнения пивной дробины представляет собой кольцевой трубопровод, расположенный в верхней части загрузочной емкости и снабженный отверстиями или форсунками для подачи жидкости.

9. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что средство увлажнения пивной дробины выполнено с возможностью контроля и управления количеством подаваемой жидкости.

10. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что средство для перемешивания и перемещения смеси в зазор между статором и ротором выполнено в виде V-образной или Y-образной лопасти.

11. Устройство по п.10, характеризующееся тем, что имеет полость со стороны входа в блок измельчения, ограниченную с нижней стороны торцевой поверхностью ротора, при этом V-образная или Y-образная лопасть имеет высоту до половины высоты данной полости.

12. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что оно снабжено датчиками уровня загрузки пивной дробины, размещенными в загрузочной емкости.

13. Устройство по п.12, характеризующееся тем, что оно снабжено контроллером, соединенным с датчиками уровня.

14. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что оно выполнено с возможностью измельчения пивной дробины до размера частиц 0,001-5 мм.

15. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что выход для выгрузки измельченной пивной дробины блока измельчения имеет ширину отверстия, равную 8-10% от длины окружности внешнего диаметра статора.

16. Устройство по п.1, характеризующееся тем, что средство для выгрузки измельченной пивной дробины выполнено в виде диска с лопатками, размещенного на оси ротора.

17. Производственная линия для получения из пивной дробины продукта с высоким содержанием белка, характеризующаяся тем, что содержит устройство для разрыхления пивной дробины и удаления из нее механических включений; устройство для измельчения пивной дробины, выполненное по п.1; экстрактор, выполненный с возможностью разделения массы на суспензию и шелуху; вибрационный фильтр, выполненный с возможностью отделения из полученной суспензии оставшихся частиц шелухи.

18. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что устройство для измельчения пивной дробины выполнено с возможностью измельчения массы до размера частиц 0,001-5 мм.

19. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что экстрактор выполнен с возможностью разделения массы с размерами частиц 0,001-1,0 мм от более крупных частиц.

20. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что вибрационный фильтр выполнен с размерами ячеек фильтра 0,1-0,5 мм.

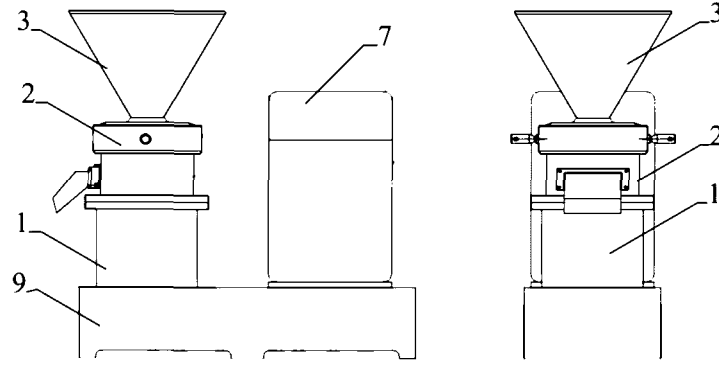
21. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что в качестве устройства для разрыхления и удаления механических включений использовано вибросито с магнитным уловителем.

22. Производственная линия по п.21, характеризующаяся тем, что вибросито выполнено с размером

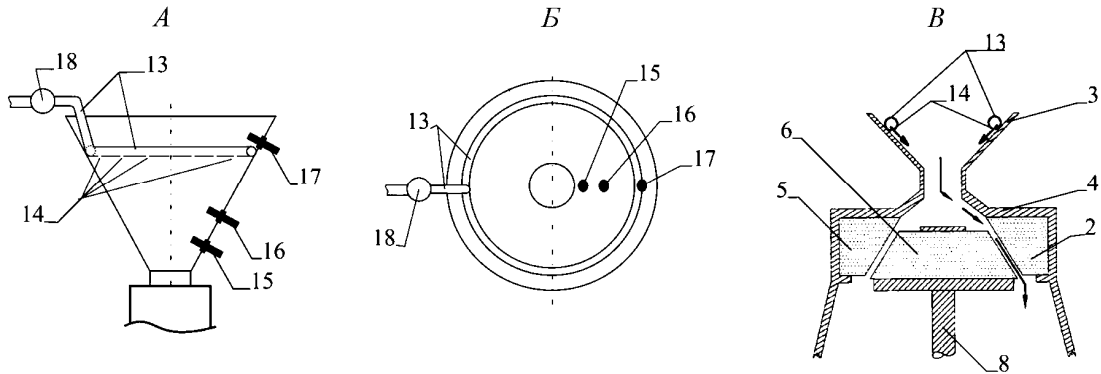
ячеек 6-10 мм, частотой колебаний сита от 10 до 50 Гц амплитудой 2-20 мм.

23. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что дополнительно содержит блок концентрирования белковой суспензии, имеющий выходы для концентрата и фугата.

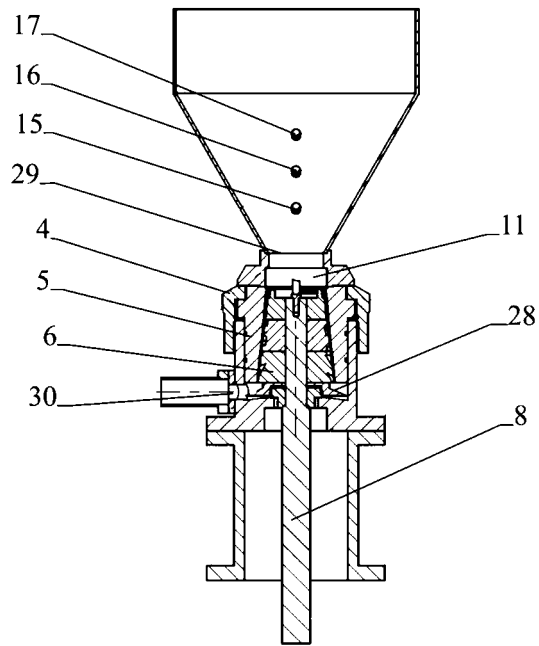
24. Производственная линия по п.17, характеризующаяся тем, что выход для фугата блока концентрирования белковой суспензии подключен к устройству для измельчения пивной дробины с возможностью ее увлажнения перед измельчением.



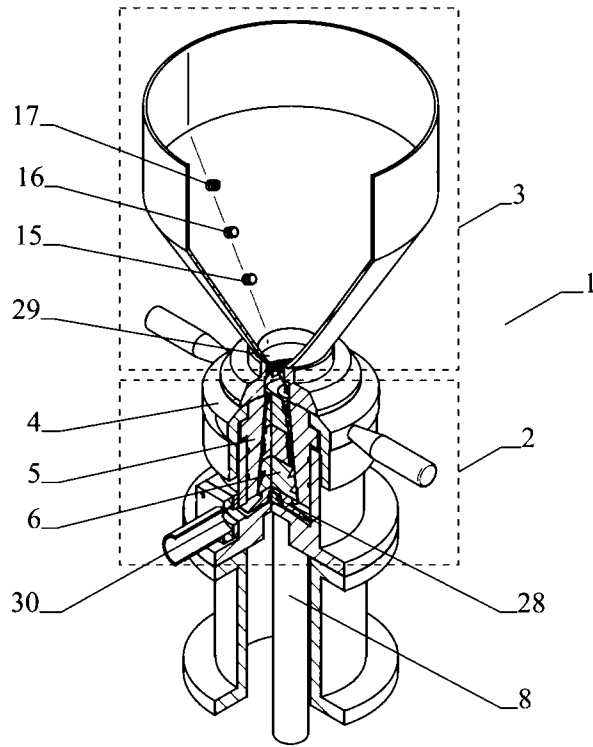
Фиг. 1



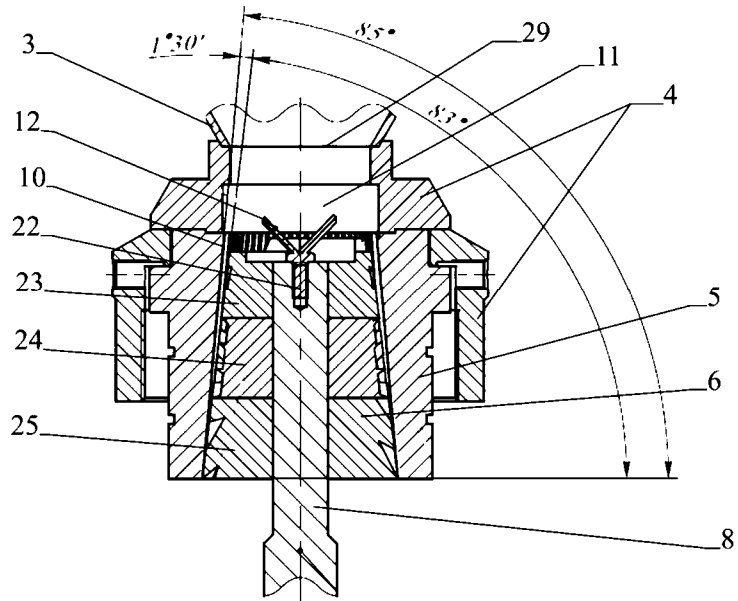
Фиг. 2



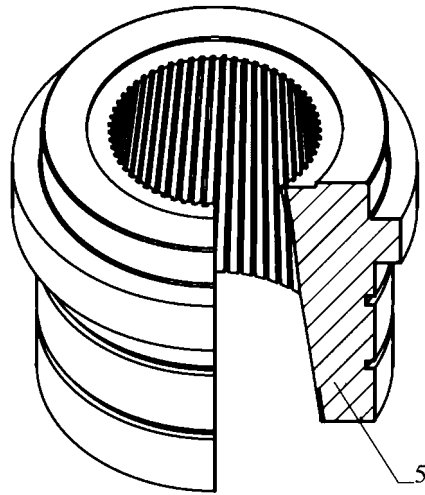
Фиг. 3



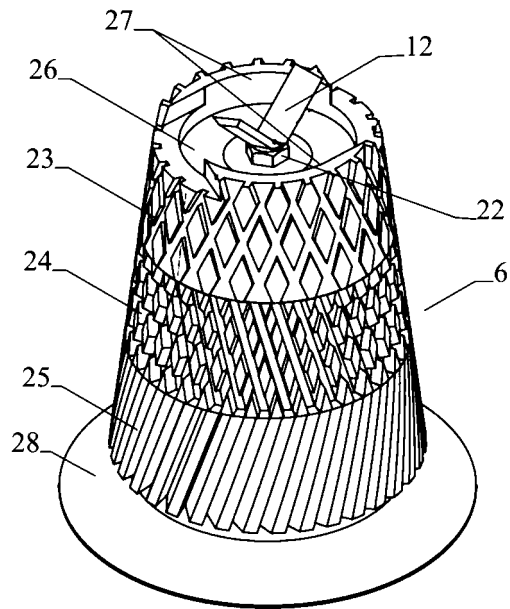
Фиг. 4



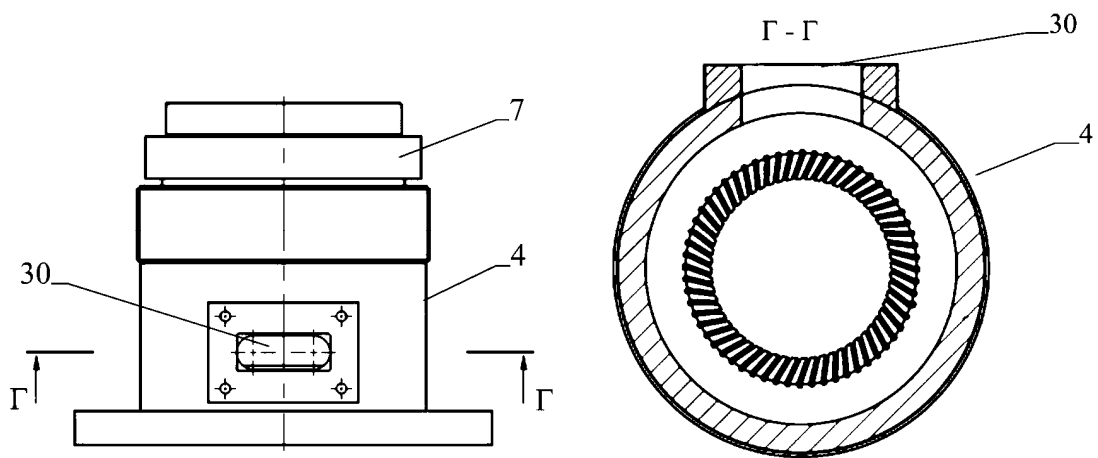
Фиг. 5



Фиг. 6

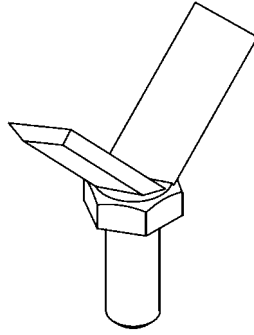


Фиг. 7

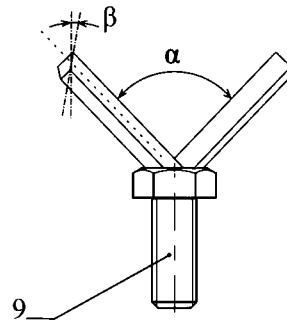


Фиг. 8

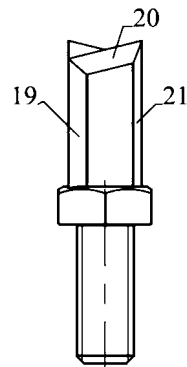
042235



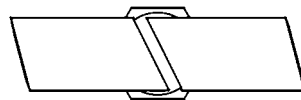
Фиг. 9



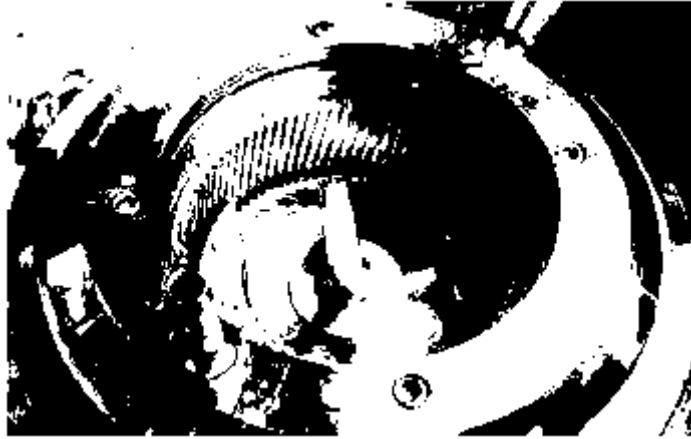
Фиг. 10



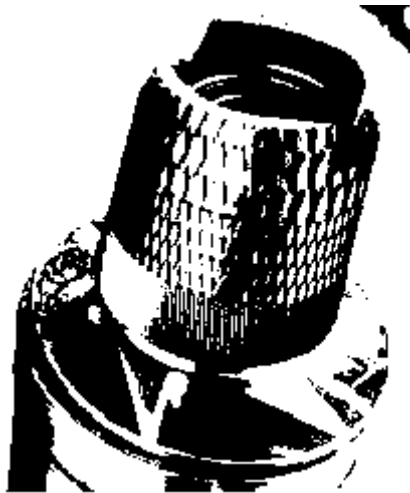
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

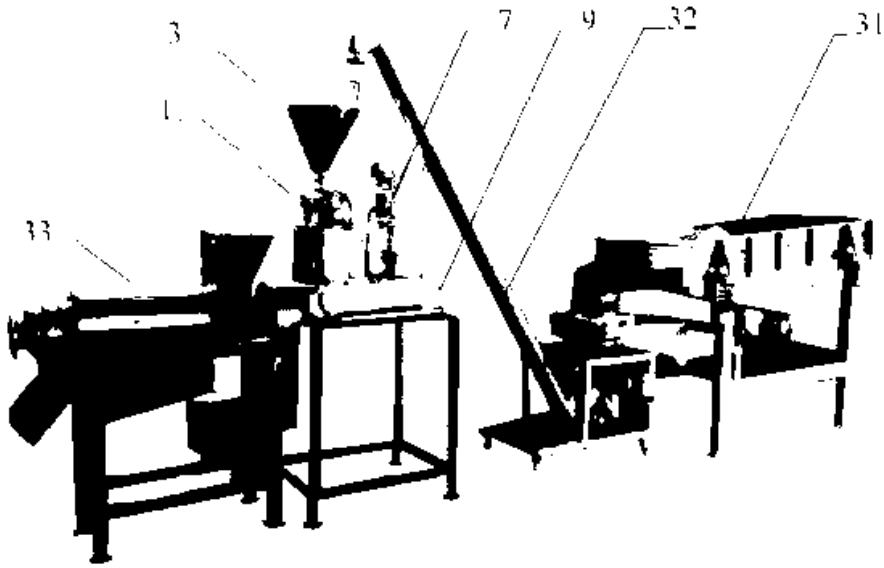


Фиг. 14

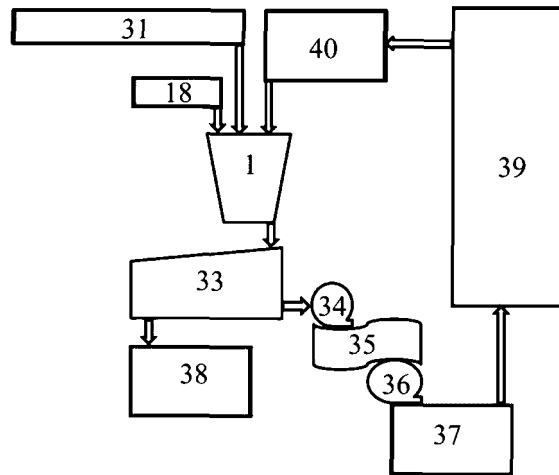


Фиг. 15





Фиг. 16



Фиг. 17