

Изобретение относится к системе и способу определения характеристик потока частиц, причем учитываются, по меньшей мере, форма, размеры или параметры движения отдельных частиц, а также к вальцовому станку.

Под потоком частиц подразумевается поток сыпучего материала от порошковидной до зернистой формы, в частности зерна, муки, сахара, пигментов, химикатов, фармацевтических продуктов, выбросов пыли, частиц сажи, порошка тонера и т.д.

При размоле зернистых материалов, как, например, пшеницы и сахара, в вальцовом станке зернистый материал измельчается между вальцами вальцовой пары. Чтобы, например, получить муку определенной тонины помола, материал, как правило, нужно многократно пропустить через вальцовую пару, причем в промежутки между этими пропусками проводится разделение его на фракции путем воздушной и ситовой сепарации. Таким способом можно, например, получить сорта муки с различной тониной помола или с различной степенью помола.

Степень измельчения за один проход зависит в основном от зазора между обоими вальцами вальцовой пары. Однако имеются и другие рабочие параметры вальцового станка, от которых зависит степень измельчения за один проход. Желательно поэтому получить характеристику размалываемого материала, которую он имеет после определенного прохода. Если при этом будет выявлено отклонение характеристики размалываемого материала от требуемой характеристики размалываемого материала, можно с учетом выявленного отклонения ввести корректуру величины зазора или, при необходимости, другого рабочего параметра вальцового станка, чтобы как можно быстрее устранить выявленное отклонение.

EP 0433498 A1 описывает вальцовый станок, в котором часть размалываемого материала отделяют от общего потока и транспортируют у измерительного устройства, с помощью которого определяют размеры частиц размалываемого материала.

WO 01/03841 A1 описывает систему управления процессом размалывания. И в этом случае частицы размалываемого материала транспортируют у измерительного устройства, с помощью которого определяют размеры частиц размалываемого материала.

В основу изобретения положена задача предложить систему и способ, которые могут обеспечить получение необходимой характеристики потока частиц, в частности, частиц получаемого после определенного прохода в вальцовом станке размалываемого материала.

Эта задача решается с помощью системы по п.1 и способа по п.26.

Соответствующая изобретению система включает в себя отборное устройство для отбора пробы из потока частиц; демонстрационный участок для транспортирования и демонстрации отобранной пробы; распознающее устройство для распознавания перемещаемой по демонстрационному участку пробы и анализирующее устройство для анализа данных по распознанной пробе, причем в распознающем устройстве имеется камера для распознавания электромагнитного излучения или электромагнитных частот, в частности оптических частот.

Согласно изобретению противоположные стенки демонстрационного участка проницаемы для распознаваемого камерой электромагнитного излучения, в частности оптических частот. Таким образом, камере можно расположить по выбору с любой стороны щели за одной из стенок.

При такой соответствующей изобретению компоновке камера находится с одной стороны от щели на удалении от нее у одной из двух проницаемых стенок, а источник электромагнитного излучения распознаваемого камерой электромагнитного излучения, в частности источник света, находится с противоположной стороны щели на удалении от нее у другой из двух проницаемых стенок. В результате этого прошедшие через щель частицы пробы облучаются электромагнитным излучением и тень или проекция частиц пробы попадает в поле зрения камеры.

Соответствующий изобретению способ включает в себя следующие этапы: отбор пробы из потока частиц; транспортирование и демонстрация отобранной пробы на демонстрационном участке; распознавание перемещаемой через демонстрационный участок пробы и анализ распознанной пробы.

Таким способом можно охарактеризовать поток частиц, в частности, выходящего после операции помола размалываемого материала.

Предпочтительно в направлении потока от отборного устройства и в обратном потоку направлении от демонстрационного участка или в нем предусмотрен участок дезагломерации агломератов частиц в пробе. Тем самым достигается то, что агломераты из нескольких частиц не регистрируются и не идентифицируются ошибочно в качестве больших частиц.

Отборное устройство может быть связано с демонстрационным участком пневмопроводом таким образом, что проба может перемещаться по пневмопроводу и демонстрационному участку вдоль траектории потока. Благодаря этому соответствующая изобретению система может быть размещена в мельнице на удаленном от вальцового станка месте, что увеличивает степень дизайнерской свободы при проектировании мельницы.

Целесообразно, чтобы демонстрационный участок имел две противоположащих стенки, между которыми имеется щель, причем обе противоположащие стенки были параллельно относительно друг друга расположенными плоскими поверхностями.

Целесообразно, чтобы вышеупомянутый пневмопровод открывался устьевой частью в имеющуюся

между противоположными стенками щель, причем траектория потока в устьевой области предпочтительно изменялась. Таким путем достигается соударение перемещающегося в пневмопроводе в транспортирующем газе размалываемого материала со стенкой пневмопровода, что способствует дезагломерации возможно имеющихся агломератов. Изменение направления траектории потока составляет, в частности, от 30 до 90° и находится предпочтительно в диапазоне от 80 до 90°. Это приводит к особенно большим изменениям импульса у доставленных частиц при их отклоняющих ударах и, тем самым, к особенно выработанному разрушающему действию.

Согласно второму варианту осуществления изобретения, из двух противоположных стенок демонстрационного участка первая стенка проницаема для распознаваемого камерой электромагнитного излучения, в частности оптических частот, в то время как вторая стенка непроницаема для распознаваемых камерой электромагнитных частот и более сильно по сравнению с частицами размалываемого материала абсорбирует их.

В этом втором варианте камера находится с одной стороны щели на удалении от щели у проницаемой стенки, а источник электромагнитного излучения, распознаваемого камерой электромагнитного излучения, в частности источник света, находится с той же стороны щели на удалении от щели у проницаемой стенки. В результате появляется возможность облучать перемещаемые через щель частицы пробы, а отраженный свет или отражение частиц пробы попадает в поле зрения камеры.

При этом предпочтительно, если обращенная к щели поверхность второй стенки сильнее абсорбирует испускаемое источником электромагнитное излучение, чем поверхности частиц. Тем самым гарантируется, что между отражающими частицами, которые движутся перед обращенной к щели поверхностью, и отраженным от стенки светом существует большой контраст, поэтому можно легко распознать изображения частиц и существенно облегчить последующую обработку изображений. Это делает излишними затратные и требующие много времени процессы фильтрования при обработке изображений.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения для двух противоположных стенок предусмотрено по одному чистящему приспособлению, которым обе противоположные стенки можно очищать от прилипающих к ним частиц. Это способствует тому, что не очень много неподвижных, т.е. прилипающих к той или иной стенке частиц отображаются в камере. Распределение частиц по размерам у прилипающих к стенкам частиц, как правило, другое, чем таковое у привнесенных потоком частиц. С появлением желания исключить в процессе распознавания и обработки визуальной информации о потоке частиц различие между неподвижными и движущимися частицами появилась необходимость в регулярном проведении такой чистки стенок, чтобы «страхивать» прилипающие к стенкам частицы.

Что касается чистящего устройства, то речь может идти об источнике колебаний, в частности об источнике ультразвука, который жестко связан с каждой из двух стенок, чтобы можно было вызвать вибрацию обеих стенок. Мы называем данную версию также чистящим устройством на принципе «корпусного шума».

В качестве альтернативы речь может идти об источнике колебаний, в частности источнике ультразвука, который жестко связан с каждой из обеих стенок, чтобы можно было вызвать вибрацию обеих стенок. Мы называем данную версию также чистящим устройством на принципе «воздушного шума».

Дезагломерационным участком является предпочтительно отражательная поверхность во входной зоне дезагломерационного участка. Наряду с дезагломерационным действием в форме отражения и передачи импульсов на агломераты дезагломерации привнесенных в воздухе частиц может способствовать и версия чистящего стенки устройства на принципе воздушного шума, причем, при необходимости, работа может осуществляться поочередно или одновременно с разными ультразвуковыми частотами.

Изменение направления траектории потока происходит преимущественно во входной зоне демонстрационного участка. Следовательно, отражение происходит незадолго до оптического распознавания потока частиц, поэтому частицы практически полностью дезагломерированы.

В связи с этим следует также упомянуть, что, кроме того, особенно предпочтительно, если в противоположном направлении потока направлении недалеко от демонстрационного участка в пневмопроводе имеются отверстия, через которые в работающий под давлением несколько ниже атмосферного пневмопровод засасывается окружающий воздух («подсасываемый воздух»). Этот, при необходимости, в пульсирующем режиме подсасываемый воздух также способствует чистке стенок и дезагломерации.

Целесообразно, чтобы демонстрационный участок или «окно» был больше, чем поле зрения камеры, причем в этом случае камера распознает только часть демонстрационного участка. Это позволяет разместить камеру в зоне демонстрации у того места стенки или окна, где можно ожидать минимальное расслоение частиц в потоке частиц.

Если демонстрационный участок или окно больше, чем поле зрения камеры, можно применить и несколько камер для наблюдения за соответствующими им частичными зонами демонстрационного участка. Таким путем можно достичь усреднения различных изображений потока частиц из различных мест демонстрационного участка. В случае если бы в различных частичных зонах происходили расслоения потока частиц, путем этого усреднения можно было бы проводить уравнивание, в результате которого можно было бы, по крайней мере, частично ввести поправки на эти расслоения, поэтому усредненная совокупность данных по изображениям соответствующих потоков частиц была бы репрезентативной

для распределения частиц по размеру в общем потоке частиц.

В одном из специальных вариантов осуществления изобретения каждой из нескольких камер можно управлять избирательно, поэтому применимы и пригодны для усреднения отобранные участки изображения потока частиц на датчике изображения.

В альтернативном варианте демонстрационный участок в основном может соответствовать всему полю зрения камеры, причем датчиком изображения можно тогда управлять избирательно, поэтому можно использовать отобранные участки изображения потока частиц на датчике изображения. Предпочтительно такое избирательное управление происходит чисто случайно, а именно, в частности, путем управления генератором случайности.

В следующем предпочтительном варианте осуществления соответствующая изобретению система подключена к вальцовому станку и включает в себя несколько расположенных вслед за вальцовым проходом вдоль продольной оси вальцового прохода отборных устройств, причем предпочтительно первое отборное устройство расположено в зоне первого продольного конца вальцового прохода, а второе отборное устройство в зоне второго продольного конца вальцового прохода. Таким путем можно получить информацию о степени размола как функции продольного расположения по оси вальцовой пары. В случае несовпадения характеристик размалываемого материала вдоль вальцовой пары или, в частности, в левой и в правой концевых зонах вальцового прохода можно сделать вывод о неправильной установке вальцов вальцовой пары и провести соответствующую корректировку.

Целесообразно, чтобы источник света и камера были соединены одним управляющим устройством, которое может синхронно включать и выключать источник света и камеру, поэтому выполняется последовательность стробоскопных снимков. Могут быть предусмотрены также несколько источников света или стробоскопных вспышек, которые могут использоваться одновременно, но по-разному, а именно в отношении длительности вспышки и интенсивности вспышки.

Анализирующее устройство преимущественно имеет систему обработки изображений.

Эта система обработки изображений имеет преимущественно устройство для того, чтобы среди отснятых и распознанных камерой в проекционном режиме или в отражательном режиме частиц различать между собой движущиеся частицы и прилипшие к стенкам частицы. Это позволяет не учитывать при обработке изображений прилипшие к стенке, неподвижные частицы, поэтому при анализе данных учитываются только лишь движущиеся частицы. Тем самым, способом, аналогичным выше описанному способу, предотвращается искажение распределения частиц по размеру в потоке частиц.

При применении соответствующего изобретению способа на вальцовом станке пробы размалываемого материала отбираются преимущественно в разных местах из проходящего вальцовый проход потока размалываемого материала, поэтому, как это было объяснено выше, можно получать информацию о расположении вальцов образующей проход вальцовой пары относительно друг друга.

Отобранную таким образом пробу затем транспортируют преимущественно в радиальном потоке через демонстрационный участок. В таком радиальном потоке радиальная скорость течения уменьшается в радиальном направлении изнутри наружу. Насыщение транспортирующего флюида (например, воздуха в пневматической системе) частицами размалываемого материала в радиальном направлении изнутри наружу в значительной степени постоянно, т.е. число частиц в единице объема в наружном направлении в основном остается постоянным, поэтому вероятность перекрытий частиц при формировании проекционного изображения или отражательного изображения на протяжении радиальной области в основном постоянная. Более того, при радиальном позиционировании частичной зоны распознавания путем перемещения камеры можно находить компромисс между, с одной стороны, достаточно большим насыщением потока размалываемого материала, чтобы получить репрезентативное изображение, и, с другой стороны, достаточной разреженностью потока размалываемого материала, чтобы обеспечивать возможно меньшую вероятность совмещения изображений частиц в камере (отсутствие «оптических агломератов»).

Путем предоставления подсосываемому воздуху возможности проникать во внутреннюю часть демонстрационного участка можно изменять насыщение транспортирующего флюида.

Для экономии машинного времени на обработку изображений вполне целесообразно, если перемещаемый через демонстрационный участок поток частиц распознается только в частичных зонах. Предпочтительно, кроме того, если в течение всего процесса распознавания идет, по меньшей мере, однократное чередование, например, первой частичной зоны, в которой происходит, прежде всего, первый этап распознавания, и по меньшей мере еще одной частичной зоны, в которой в последующем проходит последующий этап распознавания. Результаты анализа различных частичных зон распознавания могут затем усредняться, чтобы обеспечить получение в возможно большей степени объективную характеристику всего потока частиц. Предпочтительно, если соответствующие распознаваемые частичные зоны демонстрационного участка выбирают случайно.

Как уже было упомянуто, особенно предпочтительно, если до и/или во время транспортирования частиц потока через демонстрационный участок происходит постоянное дезагломерирование частиц в потоке частиц. Дезагломерирование может при этом происходить, с одной стороны, до перемещения потока частиц через демонстрационный участок в результате отклонения и отражения. С другой стороны,

дезагломерирование может происходить во время перемещения потока частиц через демонстрационный участок преимущественно в результате турбулентности в пневматическом потоке частиц.

Целесообразно отобранные пробы транспортировать от отбора до демонстрации пневматическим способом, причем предпочтительно, чтобы отбор, демонстрация, распознавание и анализ проб должны быть непрерывными. Тем самым обеспечивают, например, путем характеристики полученного в результате процесса размола потока размалываемого материала непрерывность наблюдения за процессом размола и за размалываемыми материалами. В особо предпочтительном варианте осуществления это может быть применено для управления процессом размола, в частности для регулирования щели между размалывающими органами.

Распознавание непрерывного потока частиц целесообразно проводить подобным стробоскопному способу с использованием серии стробоскопных вспышек.

Далее используются следующие сокращения:

$v$  = средняя скорость потока пневматической среды;

$D$  = среднее измерение частиц или средний размер частиц;

$D_{\min}$  = минимальное измерение частицы;

$D_{\max}$  = максимальное измерение частицы.

Предпочтительно распознавание происходит с помощью серии стробоскопных вспышек, которая состоит из первой частичной серии стробоскопных вспышек неподвижного изображения с первой продолжительностью  $T1$  включения и первой интенсивностью  $L1$  освещения и из второй частичной серии стробоскопных вспышек траектории полета со второй продолжительностью  $T2$  включения и второй интенсивностью  $L2$  освещения, причем выполняется следующее соотношение:  $T2 \geq 2 T1$ .

Как правило, при работе с размалываемым материалом можно исходить из того, что  $D_{\max} \leq 2D_{\min}$ . Если продолжительность  $T2$  включения стробоскопных вспышек траектории полета примерно по меньшей мере вдвое больше продолжительности  $T1$  включения стробоскопных вспышек неподвижного изображения, стробоскопное изображение траектории полета частицы всегда отличается от стробоскопного изображения в качестве неподвижного изображения максимально удлиненной частицы, у которой  $D_{\max} = 2D_{\min}$ . Тем самым можно предотвратить то, что подобное изображение самой короткой траектории полета при анализе будет принято за изображение неподвижной, удлиненной частицы.

Предпочтительно продолжительность  $T3$  выключения между стробоскопной вспышкой неподвижного изображения и стробоскопной вспышкой траектории полета соответствует соотношению  $2D < vT3$ .

Тем самым гарантируется, что изображения частицы размалываемого материала благодаря двум следующим друг за другом стробоскопным вспышкам неподвижного изображения не перекрывают друг друга. Это является предпочтительным в некоторых датчиках изображения, как например, устройствах с зарядовой связью (CCD).

Предпочтительно продолжительность  $T3$  выключения между стробоскопной вспышкой неподвижного изображения и стробоскопной вспышкой траектории полета соответствует соотношению  $2D < vT3 < 10D$  и, особенно, соотношению  $D2D < vT3 < 7D$ .

Следствием этого является то, что для однажды отображенных как неподвижное изображение и однажды как траектория полета движущихся частиц расстояние между соответствующим неподвижным изображением и соответствующей траекторией полета не очень велико, поэтому возможно точное распознавание между соответствующим неподвижным изображением и относящейся к нему соответствующей траекторией полета движущейся частицы.

Чтобы получить достаточно резкие, т.е. практически «не размытые» или «не смазанные» неподвижные изображения движущихся частиц, продолжительность  $T1$  включения стробоскопных вспышек неподвижного изображения должна соответствовать соотношению  $vT1 \ll D$  и, особенно, соотношению  $vT1 < D/10$ .

Чтобы получить четкие изображения траекторий, которые нельзя принять за неподвижные изображения очень удлиненной частицы, продолжительность  $T2$  включения стробоскопной вспышки траектории полета должно соответствовать соотношению  $vT2 > D$  и, особенно, соотношению  $vT2 \geq 5D$ .

Независимо от вышеназванных признаков, предпочтительно, если интенсивность  $L1$  освещения стробоскопной вспышки неподвижного кадра и интенсивность  $L2$  освещения стробоскопной вспышки траектории полета отличаются друг от друга. Это можно отнести также к различию между создаваемыми в результате этого неподвижными изображениями и изображениями траекторий полета.

Неподвижные изображения частиц, с которыми можно соотнести одну траекторию полета частицы, могут накапливаться в первом накопителе неподвижных изображений, так что для каждой произведенной стробоскопной вспышки неподвижного изображения и стробоскопной вспышки траектории полета соответствующая информация по неподвижным изображениям частицы накапливается в одном накопителе неподвижных изображений.

Информация по неподвижным изображениям частицы, относящаяся к следующим друг за другом неподвижным изображениям, может затем обрабатываться статистически, чтобы, в частности, определить средние размеры  $D$  частиц, их стандартное отклонение и их статистическое распределение. Ото-

бражение результатов может происходить в форме функции распределения (дифференцированно) или в форме гистограммы (интегрировано).

Соответствующую изобретению систему можно применять в качестве системы для характеристики размалываемого материала. Она применяется предпочтительно на мельнице и там работает с соответствующим вальцовым станком, характеризуя соответствующий размалываемый материал (например, муку, сахар, пигменты и т.д.).

Целесообразно, чтобы с этим вальцовым станком работали, кроме того сопоставляющее устройство для сопоставления выявленных характеристик размалываемого материала с требуемыми характеристиками размалываемого материала; и

регулирующее устройство для регулировки зазора между вальцами или, при необходимости, другого рабочего параметра вальцового станка в зависимости от отклонения выявленных характеристик размалываемого материала от требуемых характеристик размалываемого материала.

Это дает возможность управления и настройки вальцового станка на мельнице, в частности, зазора между вальцами.

Другие преимущества, признаки и возможности применения соответствующей изобретению системы следуют из следующего далее описания не имеющих ограничительного характера вариантов осуществления изобретения с использованием чертежа, причем

фиг. 1 - схематический вид в разрезе части соответствующей изобретению системы для наглядного показа пути движения потока размалываемого материала;

фиг. 2 - блок-диаграмма другой части соответствующей изобретению системы для наглядного показа с ее помощью сбора и обработки информации о размалываемом материале;

фиг. 3 - наглядное изображение части для сбора и обработки информации о размалываемом материале и

фиг. 4 - изображение особого аспекта сбора и обработки информации о размалываемом материале.

Фиг. 1 показывает схематический вид в разрезе части соответствующей изобретению системы, чтобы наглядно показать путь движения потока размалываемого материала. Вальцовая пара 24 образует в вальцовом станке проход 6 для размалываемого материала. Показанный схематически жирными точками размалываемый материал 1, под которым имеется в виду, например, пшеничная мука с размерами частиц в диапазоне нескольких 100 мкм, после размола попадает в проходе 6 для размалываемого материала в воронку 8, которая открывается в пневмопровод 18. По этому пневмопроводу 18 размалываемый материал 1 транспортируется к щели 10, которая простирается между первой стенкой 20 и второй стенкой 22, которые расположены параллельно относительно друг друга. Размалываемый материал 1 попадает в устьевой области 19 в щель 10 и движется затем в радиальном направлении от этой устьевой области 19 наружу, чтобы попасть в переходную область 28, в которой он пневматически и под действием силы тяжести транспортируется вниз и попадает в следующий пневмопровод 30.

В одной соответствующей изобретению версии (проекционная версия) над светопроницаемой стенкой 20 находится камера 12, которая направлена в сторону щели 10. Под светопроницаемой стенкой 22 находится источник света 24, который просвечивает обе стенки 20, 22 насквозь. Камера 12 распознает проецированные частицами размалываемого материала 1 тени на своем датчике изображения.

В другой версии (отражательная версия, не изображена) источник света 24, наоборот, расположен над светопроницаемой стенкой 20 около камеры 12. В этом случае нижняя стенка 22 является светопроницаемой и имеет на обращенной к щели 10 стороне темную поверхность. Камера 12 распознает отраженный или рассеянный частицами размалываемого материала 1 свет на своем датчике изображения.

Источник свет 24 используется в качестве стробоскопа. Следовательно, тени частиц размалываемого материала (соответствующая изобретению версия) или изображения частиц размалываемого материала (вторая версия) отображаются на датчике изображения камеры 12 как неподвижные изображения. Эти неподвижные изображения частиц в потоке размалываемого материала представляют собой моментальные снимки потока размалываемого материала в щели 10. Эта видеoinформация передается подключенной к камере 12 системе 14 обработки изображений, в которой обрабатываются неподвижные изображения потока размалываемого материала, чтобы можно было сделать статистические выводы о распределении частиц по размерам.

В устьевой области 19 находится участок 16 дезагломерации в форме отражательной пластины. Поступившие по пневмопроводу 18 частицы размалываемого материала 1 ударяются об эту отражательную пластину 16 и изменяют после этого под воздействием транспортирующего воздуха направление движения примерно на 90°, до того, как они попадут в щель 10 между двумя параллельными стенками 20, 22. В результате этого имеющиеся среди частиц размалываемого материала агломераты полностью разрушаются, и в щель 10 попадают дезагломерированные частицы размалываемого материала. Тем самым предотвращается искажение характеристик размалываемого материала имеющимися в размалываемом материале агломератами.

В устьевой области 19 находится также отверстие 38, которое располагается в виде кольца вокруг пневмопровода 18. Через это отверстие 38 в щель попадает воздух из окружающего пространства или «подсасываемый» воздух, так как пневмопроводы 18, 28 и 30 работают при давлении несколько ниже

атмосферного давления. Поступающий через это отверстие 38 подсосываемый воздух чистит внутренние поверхности стенок 20, 22 и тем самым предотвращает забивание щели 10.

Пневмопровод 30, в свою очередь, соединен с отходящим от вальцового станка трубопроводом (не показан). Таким образом, отобранная проба размалываемого материала 1 через всасывающий патрубок (не показан) снова поступает в мельницу, чтобы, при необходимости, быть подвергнутой дальнейшему размолу, просеиванию или пневмосепарированию. На фиг. 1 это «отсасывание» назад в размольный цикл показано схематически в виде пылесоса 36.

Пневмопровод 30 имеет также ответвление 32, которое является обходным трубопроводом для отсоса 36. Этот ответвляющийся трубопровод 32 имеет дроссельный клапан 34, с помощью которого можно регулировать сопротивление ответвляющегося трубопровода 32 потоку. Таким путем можно регулировать общее сопротивление потоку параллельно работающих вытяжки 36 и ответвляющегося трубопровода 32 и, тем самым, скорость потока в пневмопроводах 18, 28 и 30. Другими словами, с помощью дроссельного клапана 34 ответвляющегося трубопровода 32 у мельницы можно регулировать производительность отсоса (или «пылесоса» 36). С помощью его можно проводить точную регулировку производительности отсоса.

Для оптимальной работы соответствующей изобретению системы для характеристики размалываемого материала плотность потока размалываемого материала, с одной стороны, не должна быть слишком большой. С другой стороны, скорость размалываемого материала, продолжительность вспышки и интенсивность вспышки стробоскопной лампы 24, а также чувствительность и оптическое разрешение камеры 12 должны быть согласованы друг с другом, чтобы можно было получить достаточно светлые и резкие тени или изображения частиц размалываемого материала.

Поскольку размалываемый материал в щели 10 между пластинами 20, 22 движется в радиальном направлении изнутри наружу, плотность потока размалываемого материала и радиальная скорость его движения убывают в указанном направлении. Поэтому, путем изменения местоположения камеры и местоположения лампы над светопроницаемой стенкой 20 в радиальном направлении при заранее заданных параметрах потока в пневмопроводах 18, 28, 32 можно выбирать оптимальную для распознавания и анализа видеoinформации плотность частиц и скорость частиц.

Независимо от радиального местоположения камеры и лампы, плотность частиц можно изменять и путем изменения местоположения воронки под вальцовым проходом 6 и/или диаметра воронки.

Регулировать как плотность частиц, так и скорость частиц в щели 10 можно также путем регулировки ширины щели, т.е. путем регулировки расстояния между стенками 20, 22.

Соответствующая изобретению система предоставляет, тем самым, большую степень свободы при регулировке плотности частиц и скорости частиц, причем грубая регулировка этих параметров осуществляется преимущественно путем изменения местоположения воронки 8, изменения расстояния между стенками в щели 10, а также изменения количества подсосываемого через отверстие 38 воздуха, точная же регулировка осуществляется преимущественно с помощью дроссельного клапана 34 в ответвляющемся трубопроводе 32.

Наряду с грубой чисткой стенок 20, 22 путем подачи подсосываемого воздуха может проводиться дополнительная тщательная чистка путем вибрации, в частности с помощью ультразвука, причем стенки 20, 22 могут приводиться в вибрирующее движение непосредственно и/или опосредованно через воздух в щели 10 (корпусной шум или воздушный шум). Важна постоянная чистка, или лучше сказать, постоянное содержание в чистоте поверхностей стенок, чтобы камерой наряду движущимися частицами размалываемого материала не распознавалось в форме неподвижных изображений частиц слишком много неподвижных частиц размалываемого материала. Это могло бы привести, с одной стороны, к искажению характеристики размалываемого материала, так как распределение прилипающих к стенке частиц по размеру, как правило, могло быть не таким, как распределение по размеру частиц перемещенного размалываемого материала. С другой стороны, наличие слишком большого количества прилипших к стенкам частиц размалываемого материала приводит очень большой плотности частиц в поле зрения камеры и, тем самым, к многочисленным перекрытиям теней или изображений частиц размалываемого материала.

Фиг. 2 является блоковой диаграммой другой части соответствующей изобретению системы, которая позволяет наглядно представить устройство для распознавания и обработки информации о размалываемом материале. Источник света 24 находится справа от щели 10, а камера 12 слева от нее (проекционная версия). Светопроницаемые стенки 20, 22 (см. фиг. 1) здесь не показаны. Источник света 24 синхронизирован с камерой 12 с помощью генератора 26 согласования времени, в итоге получают стробоскоп 24, 26 и камеру, продолжительность включения которой синхронна со стробоскопом. Камера 12 благодаря этому создает неподвижные изображения отбрасываемых частицами размалываемого материала теней. Сигнальный выход камеры 12 соединен с вычислительным устройством 14, в котором проводится обработка изображений и статистическая оценка неподвижных изображений размалываемого материала (ср. фиг. 3). С помощью генератора согласования времени или тактового генератора 26 можно выбирать по своему усмотрению продолжительность вспышки стробоскопной лампы 24 и продолжительность включения камеры 12 (ср. фиг. 4).

Фиг. 3 показывает часть распознавания и обработки видеoinформации по размалываемому мате-

риалу. Распознанные в камере 12 изображения быть более или менее хорошими, т.е. резкими неподвижными изображениями. После того как камера сфокусирована на находящейся в щели 10 частице, резкость изображения частицы или тени частицы зависит также и от скорости частицы. Поскольку в щели 10 поток не является ламинарным и не обязательно должен быть таким (турбулентность может вызывать дезагломерацию), различные частицы размалываемого материала на демонстрационном участке или в поле зрения камеры 12 иногда имеют довольно разные скорости. Поэтому может быть такое, что некоторые изображения частиц являются резкими, а другие размытыми или смазанными в направлении движения частиц.

Для распознавания, прежде всего, необходимо, чтобы обеспечивалось как можно более равномерное освещение щели в поле зрения камеры 12. Это особенно важно для отражательной версии, так как в противном случае был бы слабый контраст между отраженным от частицы светом и отраженным от светонепроницаемой стенки 22 (не показана) светом.

Наряду с названным как можно более равномерным освещением щели 10 и также названным как можно более резким фокусированием на щель должна соблюдаться также и достаточная глубина резкости, чтобы и при ширине щели больше 1 см по всей ширине щели обеспечивалось достаточно резкое изображение.

Может быть также предпочтительным и установление особенно маленькой глубины резкости порядка 0,2-2 мм. В таком случае оценке подвергается только частичная область (плоскость резкого изображения) распознаваемой области, в которой частицы переносятся в потоке флюида. Путем такого «оптического отфильтровывания» можно уменьшить до статистически существенного числа общее число движущихся в распознаваемой области частиц. Это, в частности, важно для того, чтобы в значительной степени исключить перекрытия изображений частиц или изображений теней.

Если все эти мероприятия учтены и оптимизированы, при выполнении их сформированные датчиком изображения камеры 12 первичные изображения могут подвергаться и дальнейшей обработке.

Как показано на фиг. 3, первичные изображения камеры подвергаются затем цифровой обработке. При этом сначала проводится корректировка неравномерности освещения или яркости в изображениях частиц и в заднем плане изображений или в тенях частиц.

В заключение отбираются резкие частицы или изображения частиц, которые затем передаются на дальнейшую обработку. Как правило, можно исходить из того, что этот отбор репрезентативен для совокупности всех изображений частиц. Если это не так, можно было работать с несколькими камерами 12 в различных частичных областях щели 10 и проводить усреднение первичных изображений или отобранных из них резких изображений частиц или теней частиц.

После этого проводится измерение частиц или изображений частиц или теней частиц и приближенное вычисление объемов. При этом, как правило, исходят из того, что у типичного размалываемого зернового продукта (например, пшеница, ячмень, рожь) максимальное измерение  $D_{\max}$  частицы размалываемого материала вряд ли отличается от минимального измерения  $D_{\min}$  частицы размалываемого материала более чем вдвое, следовательно,  $D_{\max} \leq 2D_{\min}$ . Можно, например, взять минимальное измерение  $a$  и максимальное измерение  $b$  изображения частицы или тени частицы и на основании их определить среднее значение  $M=(a+b)/2$ , которое затем умножить на соответствующий обычный для размалываемого материала форме частиц геометрический фактор или формфактор  $k$ , получив в результате приближенное значение объема  $V=$ функция  $(a, b)= km^3=k[(a+b)/2]^3$ . Объем можно приблизительно рассчитать также и через функцию  $V=ka^2b$ . Поскольку в рассматриваемом случае исследуемые частицы имеют пластинчатую форму, можно также объем заменить площадью проекции частицы, т.е. третье измерение (толщина) является постоянным и учитывается в геометрической константе  $k$ .

Расчитанные таким образом из обработанных изображений частиц или теней частиц средние измерения частиц  $m$  или приближенные значения объемов  $V$  в последующем оцениваются статистически и отображаются в гистограмме.

Фиг. 4 показывает особый аспект распознавания и обработки оптической информации по размалываемому материалу. Вертикальная ось показывает интенсивность света вспышки  $L$ . Горизонтальная ось показывает время  $t$ . Временная диаграмма света вспышки показывает короткую, интенсивную стробоскопную вспышку неподвижного изображения и следующую за ней с некоторой задержкой стробоскопную вспышку траектории полета. Поскольку временной интервал между двумя следующими друг за другом стробоскопными вспышками неподвижного изображения может превышать продолжительность включения стробоскопной вспышки более чем в сотни раз и даже в тысячи раз, временная ось изображения непрерывной.

Распознавание изображений частиц или теней частиц может происходить с помощью серии стробоскопных вспышек, которая состоит из первой частичной серии стробоскопных вспышек неподвижного изображения с первой продолжительностью  $T1$  включения и первой интенсивностью  $L1$  освещения и из второй частичной серии стробоскопных вспышек траектории полета со второй продолжительностью  $T2 \geq 2T1$  включения и второй интенсивностью  $L2 < L1$ .

Продолжительность  $T3$  выключения между стробоскопной вспышкой неподвижного изображения и

стробоскопной вспышкой траектории полета соответствует соотношению  $2D < vT_3 < 10D$  и, особенно, соотношению  $2D < vT_3 < 7D$ .

Чтобы получить достаточно резкие, т.е. практически «не размытые» или «не смазанные» неподвижные изображения движущихся частиц размалываемого материала, продолжительность  $T_1$  включения стробоскопных вспышек неподвижного изображения должна соответствовать соотношению  $vT_1 < D$  и, особенно, соотношению  $vT_1 < D/10$ .

Чтобы получить четкие изображения траекторий, которые нельзя принять за неподвижные изображения очень удлиненной частицы, продолжительность  $T_2$  включения стробоскопной вспышки траектории полета должно соответствовать соотношению  $vT_2 > D$  и, особенно, соотношению  $vT_2 \geq 5D$ .

Независимо от вышеназванных признаков, предпочтительно, если интенсивность  $L_1$  освещения стробоскопной вспышки неподвижного кадра и интенсивность  $L_2$  освещения стробоскопной вспышки траектории полета отличаются друг от друга. Это можно отнести также к различению между получаемыми в результате этого неподвижными изображениями и изображениями траекторий полета.

Неподвижные изображения частиц, с которыми можно соотнести одну траекторию полета частицы, могут накапливаться в первом накопителе неподвижных изображений, так что для каждой произведенной стробоскопной вспышки неподвижного изображения и стробоскопной вспышки траектории полета соответствующая информация по неподвижным изображениям частицы накапливается в одном накопителе неподвижных изображений.

#### Список позиций

- 1 - проба размалываемого материала/поток частиц
- 2 - валец
- 4 - валец
- 6 - вальцовый проход
- 8 - отборное устройство, воронка
- 10 - демонстрационный участок, щель
- 12 - распознающее устройство для распознавания электромагнитного излучения, камера
- 14 - анализирующее устройство, система обработки изображений
- 16 - дезагломерационный участок, отражательная поверхность
- 18 - пневмопровод
- 20 - первая стенка
- 22 - вторая стенка
- 24 - источник электромагнитного излучения, источник света
- 26 - управляющее устройство, генератор согласования времени
- 28 - переходная область
- 30 - пневмопровод
- 32 - обходной трубопровод, ответвляющийся трубопровод
- 34 - дроссельный клапан
- 36 - всасывающий патрубок, пылесос (возврат в мельницу)
- 38 - отверстие для подсосываемого воздуха
- L1 - первая интенсивность
- L2 - вторая интенсивность
- T1 - первая продолжительность включения
- T2 - вторая продолжительность включения
- T3 - продолжительность выключения
- D - средние размеры частиц размалываемого материала
- $D_{\min}$  - минимальное измерение частицы размалываемого материала
- $D_{\max}$  - максимальное измерение частицы размалываемого материала

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система определения характеристик частиц потока частиц, содержащая отборное устройство (8) для отбора пробы (1) из потока частиц; демонстрационный участок (10), содержащий две противоположные стенки (20, 22), между которыми образована щель для транспортирования и демонстрации отобранной пробы (1); регистрирующее устройство (12, 24) для регистрирования транспортируемой через демонстрационный участок (10) пробы (1) и анализирующее устройство (14) для анализа зарегистрированной пробы (1), причем регистрирующее устройство содержит камеру (12) для регистрирования электромагнитного излучения или электромагнитных частот, в частности оптических частот, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из противоположных стенок (20, 22) демонстрационного участка (10) проницаема для регистрируемого камерой (12) электромагнитного излучения, причем камера (12) расположена с одной стороны щели (10) на удалении от проницаемой стенки (20), а источник (24) электромагнитного излуче-

ния, регистрируемого камерой (12) электромагнитного излучения, расположен на той же стороне щели (10) на удалении от нее у проницаемой стенки (20), причем транспортируемые через щель (10) частицы пробы (1) облучаются электромагнитным излучением и отбрасываемый рассеянный свет или проекции на частицы пробы (1) попадают в поле зрения камеры (12).

2. Система определения характеристик частиц потока частиц, содержащая отборное устройство (8) для отбора пробы (1) из потока частиц; демонстрационный участок (10), содержащий две противоположные стенки (20, 22), между которыми образована щель для транспортирования и демонстрации отобранной пробы (1); регистрирующее устройство (12, 24) для регистрирования транспортируемой через демонстрационный участок (10) пробы (1) и анализирующее устройство (14) для анализа зарегистрированной пробы (1), причем регистрирующее устройство содержит камеру (12) для регистрирования электромагнитного излучения или электромагнитных частот, в частности оптических частот, отличающаяся тем, что обе противоположные стенки (20, 22) демонстрационного участка (10) проницаемы для регистрируемого камерой (12) электромагнитного излучения, причем камера (12) расположена с одной стороны щели (10) на удалении от нее у одной стенки (20), а источник (24) электромагнитного излучения, регистрируемого камерой (12) электромагнитного излучения, расположен с другой стороны щели (10) на удалении от нее у другой проницаемой стенки (22), причем транспортируемые через щель (10) частицы пробы (1) облучаются электромагнитным излучением и отбрасываемые тени или проекции частиц пробы (1) попадают в поле зрения камеры (12).

3. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что в направлении транспортирования за отборным устройством (8) и навстречу направлению транспортирования от демонстрационного участка (10) предусмотрен участок (16) дезагломерации агломератов частиц в пробе (1).

4. Система по одному из пп.1 или 3, отличающаяся тем, что отборное устройство (8) соединено с демонстрационным участком (10) через пневмопровод (18), причем проба (1) может транспортироваться в пневмопроводе (18) и через демонстрационный участок (10) по траектории потока.

5. Система по одному из пп.1-4, отличающаяся тем, что обе противоположные стенки (20, 22) имеют плоские поверхности, которые относительно друг друга расположены параллельно.

6. Система по одному из пп.1-5, отличающаяся тем, что пневмопровод (18) выполнен с возможностью открытия в устьевой области (19) в имеющуюся между противоположными стенками (20, 22) щель (10).

7. Система по п.6, отличающаяся тем, что в устьевой области (19) изменяется направление траектории потока.

8. Система по п.7, отличающаяся тем, что направление потока изменяется на 30-90°.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что направление потока изменяется на 80-90°.

10. Система по одному из пп.1-9, отличающаяся тем, что для обеих противоположащих стенок (20, 22) предусмотрено одно устройство для чистки, обеспечивающее очищение обеих противоположащих стенок от прилипающих к ним частиц.

11. Система по п.10, отличающаяся тем, что устройство для чистки выполнено в виде источника вибраций, в частности в виде источника ультразвука, жестко соединенного с каждой из двух противоположащих стенок для достижения вибрации обеих стенок (20, 22).

12. Система по п.10, отличающаяся тем, что устройство для чистки выполнено в виде источника вибраций, в частности в виде источника ультразвука, для достижения вибрации газообразной среды между обеими противоположащими стенками (20, 22).

13. Система по одному из пп.1-12, отличающаяся тем, что участок (16) дезагломерации выполнен в виде отражательной поверхности во входной области демонстрационного участка (10).

14. Система по п.13, отличающаяся тем, что изменение направления траектории потока происходит во входной области демонстрационного участка (10).

15. Система по одному из пп.1-14, отличающаяся тем, что демонстрационный участок (10) выполнен с размерами, большими поля зрения камеры (12), которая (12) регистрирует только одну частичную область демонстрационного участка.

16. Система по одному из пп.1-13, отличающаяся тем, что демонстрационный участок (10) выполнен с размерами, большими поля зрения камеры (12), и несколько камер регистрируют соответствующие им частичные области демонстрационного участка.

17. Система по п.16, отличающаяся тем, что каждой из нескольких камер можно управлять избирательно, поэтому для использования пригодны отобранные участки изображения потока частиц на датчике изображения камеры.

18. Система по одному из пп.1-17, отличающаяся тем, что демонстрационный участок (10) в основном соответствует полю зрения камеры (12), причем датчик изображения камеры выполнен с возможностью избирательного управления для использования отобранных участков изображения потока частиц на датчике изображения.

19. Система по п.17 или 18, отличающаяся тем, что избирательное управление может осуществ-

ляться по принципу случайности, в частности, с помощью генератора случайности.

20. Система по одному из пп.1-19, отличающаяся тем, что источник света (24) и камера (12) связаны между собой устройством управления (26), выполненным с возможностью включения и выключения источника света (24) и камеры (12) синхронно для сохранения последовательности стробоскопных снимков.

21. Система по одному из пп.1-20, отличающаяся тем, что анализирующее устройство (14) содержит блок обработки изображений.

22. Система по п.21, отличающаяся тем, что блок обработки изображений содержит устройство для осуществления среди отображенных и распознанных камерой в проекционном режиме или отражательном режиме частиц различий между движущимися частицами и прилипающими к стенкам (20, 22) частицами.

23. Система по одному из пп.1-22, отличающаяся тем, что для определения характеристик выходящего из вальцового станка потока частиц отборное устройство (8) расположено вслед за образованным вальцовой парой (2, 4) вальцовым проходом (6) и причем поток частиц является потоком размалываемого материала, а проба является пробой размалываемого материала.

24. Система по п.22, отличающаяся тем, что она содержит несколько расположенных вдоль осевого направления вальцового прохода (6) вслед за вальцовым проходом отборных устройств (8).

25. Система по п.24, отличающаяся тем, что она содержит первое отборное устройство в области первого осевого конца вальцового прохода (6), а также второе отборное устройство в области второго аксиального конца вальцового прохода (6).

26. Способ определения характеристик частиц потока частиц с применением системы по одному из пп.1-25, включающий следующие этапы:

отбор пробы из потока частиц;

транспортировка и демонстрация отобранной пробы в демонстрационном участке;

регистрация транспортируемой через демонстрационный участок пробы и

анализ зарегистрированной пробы,

отличающийся тем, что перемещаемые через щель частицы пробы подвергаются облучению электромагнитным излучением и отбрасываемые тени или проекции частиц пробы регистрируются в поле зрения камеры.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что пробу через демонстрационный участок перемещают в радиальном потоке.

28. Способ по п.26 или 27, отличающийся тем, что транспортируемую через демонстрационный участок пробу размалываемого материала регистрируют только в частичных областях.

29. Способ по п.28, отличающийся тем, что в процессе общего регистрирования происходит, по меньшей мере, однократное чередование между первой частичной областью, в которой сначала происходит первая часть регистрирования, и по меньшей мере еще одной частичной областью, в которой затем происходит следующая часть регистрирования.

30. Способ по п.28 или 29, отличающийся тем, что каждую из зарегистрированных частичных областей демонстрационного участка выбирают в случайном порядке.

31. Способ по одному из пп.26-30, отличающийся тем, что до и/или во время транспортирования пробы через демонстрационный участок происходит дезагломерирование агломератов частиц в пробе.

32. Способ по п.31, отличающийся тем, что дезагломерирование перед транспортированием пробы через демонстрационный участок происходит преимущественно путем изменения направления потока и отражения.

33. Способ по п.31, отличающийся тем, что дезагломерирование перед транспортированием пробы через демонстрационный участок происходит преимущественно в результате турбулентности в воздушном потоке частиц.

34. Способ по одному из пп.28-33, отличающийся тем, что отобранные пробы от отбора до демонстрации транспортируют пневматически.

35. Способ по одному из пп.28-34, отличающийся тем, что отбор, демонстрация, регистрирование и анализ проб происходят непрерывно.

36. Способ по п.35, отличающийся тем, что регистрирование непрерывного потока частиц пробы происходит по принципу стробоскопа в результате серии стробоскопных вспышек.

37. Способ по п.36, отличающийся тем, что регистрирование происходит с помощью серии стробоскопных вспышек, которая состоит из первой частичной серии стробоскопных вспышек неподвижного изображения с первой  $T1$  продолжительностью включения и первой интенсивностью  $L1$  освещения и из второй частичной серии стробоскопных вспышек траектории полета со второй продолжительностью  $T2$  включения и второй интенсивностью  $L2$  освещения, причем соблюдается следующее соотношение:  $T2 \geq T1$ .

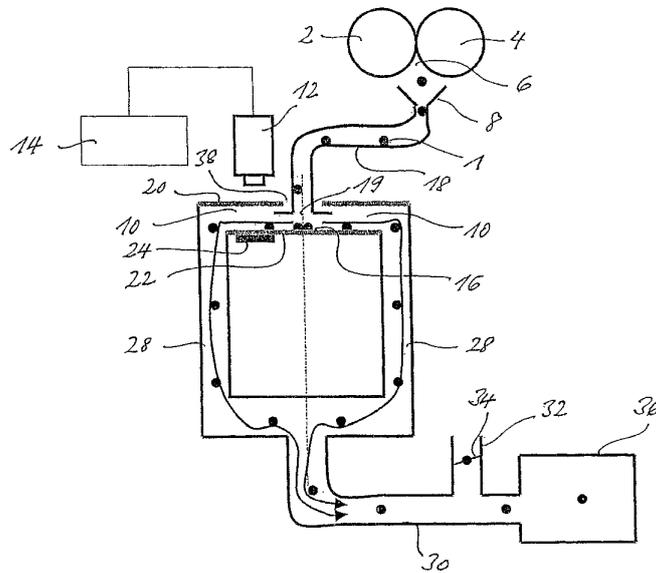
38. Способ по п.37, отличающийся тем, что интенсивность  $L1$  освещения стробоскопных вспышек неподвижного изображения и интенсивность  $L2$  освещения стробоскопных вспышек траектории полета отличаются друг от друга.

39. Способ по п.37 или 38, отличающийся тем, что неподвижные изображения частиц, с которыми можно соотнести одну траекторию полета частицы, накапливают в первом накопителе неподвижных изображений, причем для каждой произведенной стробоскопной вспышки неподвижного изображения и стробоскопной вспышки траектории полета информации по неподвижным изображениям частиц накапливают в одном накопителе неподвижных изображений.

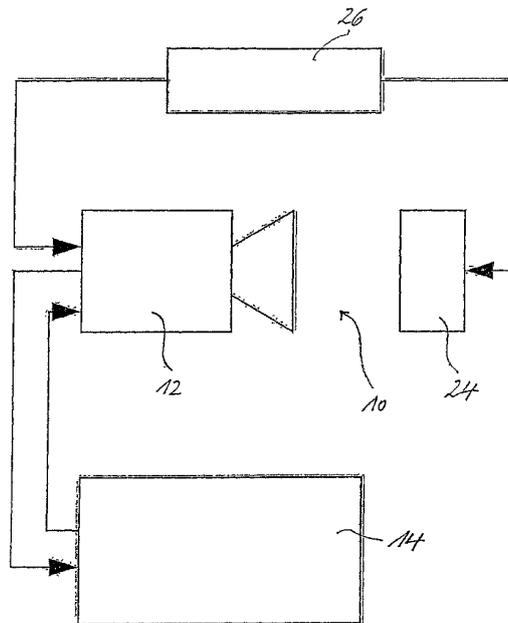
40. Способ по п.39, отличающийся тем, что информацию по неподвижным изображениям частиц, относящуюся к следующим друг за другом неподвижным изображениям, оценивают статистически, чтобы, в частности, определить средние размеры D-частиц, их стандартное отклонение и их статистическое распределение.

41. Способ по одному из пп.26-40, отличающийся тем, что для определения характеристик потока выходящих из вальцового станка частиц производят отбор пробы на выходе потока частиц из образованного вальцовой парой (2, 4) вальцового прохода и поток частиц является потоком размалываемого материала, а проба является пробой размалываемого материала.

42. Способ по п.35, отличающийся тем, что пробу размалываемого материала отбирают в разных местах из выходящего из вальцового прохода потока размалываемого материала.



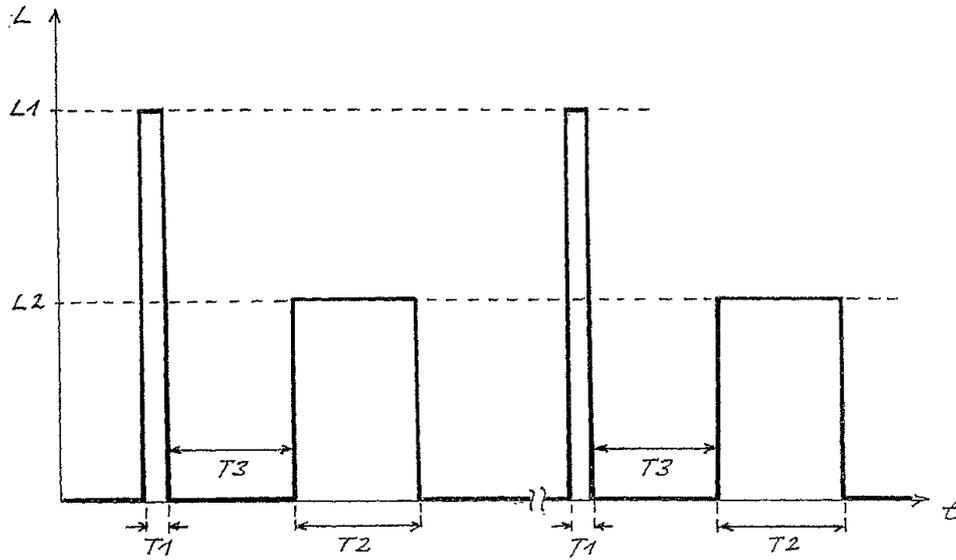
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

