

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012158028/28, 28.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2012

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2259554 С1, 27.08.2005. RU 2329486 С2, 20.07.2008. SU 1759138 A1, 20.05.1999. RU 121934 U1, 10.11.2012. SU 1179174 A, 15.09.1985. US 2006/0087651 A1, 27.04.2006. JP 10142061 A, 29.05.1998. JP 7167789 A, 04.07.1995

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для
Паремского И.Я. (МТ-13)

(72) Автор(ы):

Веретеников Юрий Михайлович (RU),
Островский Валерий Григорьевич (RU),
Овсянкина Алла Васильевна (RU),
Паремский Игорь Ярославович (RU),
Мельников Эдуард Леонидович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)C1
1
8
5
6
1
9
2
5
U
RR
U
2
5
1
6
5
8
1
C
1

(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ФАКЕЛА РАСПЫЛА ДИСПЕРСИОННОСПОСОБНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике, а именно к оптико-электронным способам контроля и регулирования параметров дисперсных сред. По зарегистрированному импульсному световому изображению рассеченной плоской с малой толщиной части факела распыла определяют параметры распыла капель в данной части факела с помощью системы единиц дисперсности на основе формулы объема шара (сферы) капли, для чего в указанном изображении производят сортировку и подсчет количества капель стандартных классов диапазонов микроскопических размеров в их смежной

последовательности. Для реализации способа разработана двухлазерная установка с цифровыми устройствами обработки сигналов изображений и ЭВМ. Изобретение позволяет расширить функциональные возможности способа и установки за счет измерения скоростей диспергированных капель и получения результатов оценки параметров факела распыла посредством анализа величин приведенных интегральных объемов капель на единицу площади с сортировкой по последовательности смежных диапазонов размеров капель. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл.

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012158028/28, 28.12.2012

(24) Effective date for property rights:
28.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: 28.12.2012

(45) Date of publication: 20.05.2014 Bull. № 14

Mail address:

105005, Moskva, 2-ja Baumanskaja ul., 5, str. 1,
MGTU im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja Paremskogo
I.Ja. (MT-13)(72) Inventor(s):
Veretennikov Jurij Mikhajlovich (RU),
Ostrovskij Valerij Grigor'evich (RU),
Ovsjankina Alla Vasilevna (RU),
Paremskij Igor' Jaroslavovich (RU),
Mel'nikov Ehduard Leonidovich (RU)(73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe budzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Baumana" (MGTU im. N.Eh. Baumana)
(RU)

(54) METHOD TO ASSESS PARAMETERS OF SPRAY OF DISPERSION-CAPABLE PROCESS LIQUID AND PLANT FOR ITS REALISATION

(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: by recorded pulse light image of cut plane with small thickness of the spray part, they determine parameters of drop spray in this part of the spray by means of a system of dispersion units based on the formula of the volume of ball (sphere) of a drop, for this purpose in the specified image they perform sorting and counting of number of drops of standard classes of ranges of microscopic dimensions in their adjacent sequence. For realisation of the method a double-laser

plant is developed with digital devices of image signal processing and a computer.

EFFECT: invention makes it possible to expand functional capabilities of the method and the plant due to measurement of speeds of dispersed drops and production of results of assessment of spray parameters by means of analysis of values of reduced integral volumes of drops per unit of area with sorting by sequence of adjacent ranges of drop size.

4 cl, 4 dwg, 1 tbl

RU 2 516 581 C1

R U 2 5 1 6 5 8 1 C 1

Область техники

Изобретение относится к контрольно-измерительной технике, а именно к оптико-электронным способам контроля и регулирования параметров дисперсных сред.

Уровень техники

- ⁵ Известен близкий аналог - оптико-электронный «Способ экспресс-анализа характеристик топливного факела» (патент на изобретение №2259554, опубликован 27.08.2005 г.), заключающийся в том, что экспресс-анализ факела достигается за счет определения локальных распределений капель по размеру в различных точках факела при его сечении лазерной плоскостью. В качестве таких распределений для описания ¹⁰ структуры дисперсных сред используют двухпараметрическую зависимость Розин-Раммлера. Определяют параметры $D_{ср}$, мкм (характерный средний диаметр капель) и n (константа распределения Розин-Раммлера капель по размеру), характеризующие дисперсность распределенного топлива. Там же описана установка для реализации указанного способа.
- ¹⁵ Основными недостатками этого изобретения, которые не позволяют достаточно эффективно применять данный способ и установку для измерения и оценки параметров, регулирования и конструирования распылительных устройств (РУ) для получения дисперсных факелов технологических жидкостей с разной заданной степенью диспергирования, являются следующие:
- ²⁰ - отсутствует такая важная характеристика дисперсных потоков, как скорость движения капель в разных частях факела распыла. Капли одного размера (тем более жидкого топлива), но двигающиеся с разными скоростями, дадут разный конечный эффект;
- на вход в РУ подают объем жидкости с заданным расходом (например, мл/сек), а ²⁵ на выходе определяют, так называемый, «среднедисперсный» размер $D_{ср.мкм}$, который линейно не увязан с дисперсным микрообъемом (мкм^3) диспергированной жидкости, поэтому параметр $D_{ср.мкм}$, не может служить определителем дисперсного микрообъема, получаемого на выходе из РУ;
- ³⁰ - «средние» диаметры для всех диспергированных капель факела жидкости сферической формы с размерами $D \geq 5,0$ мкм, - технологически применяемыми в промышленности, медицине, сельском хозяйстве (и в целом ряде других отраслей науки и техники), - в природе не существуют: микрообъемы капель, рассчитанные по виртуальным «средним» диаметрам практически плохо математически коррелируют с микрообъемами, рассчитанными по их фактическим диаметрам.

Раскрытие изобретения

- Задачей изобретения является преодоление недостатков указанного аналога в части расширения функциональных возможностей способа и установки за счет измерения скоростей диспергированных капель и получения результатов оценки параметров ⁴⁰ факела распыла посредством анализа величин приведенных интегральных объемов капель на единицу площади с сортировкой по последовательности смежных диапазонов размеров капель.

Для решения этой задачи предлагается способ оценки параметров факела распыла дисперсионно-способной технологической жидкости, заключающийся в том, что ⁴⁵ полученный из распылительного устройства факел жидкости в заданном месте и направлении «рассекают» лазерной световой плоскостью, сформированной из импульсного луча импульсного лазера с помощью оптической системы в виде плоского светового пучка с равномерным распределением его интенсивности. Регистрируют

фоторегистратором и передают в ЭВМ для дальнейшей обработки импульсное световое изображение рассеченной части факела и определяют параметры дисперсионного распыла капель в данной части факела. При этом дополнительно производят определение скоростей движения капель факела с помощью лазер-доплеровского

5 эффекта, для чего используют излучение дополнительного непрерывного лазера, которое с помощью оптической схемы делят на два пересекающихся луча. В области их пересечения формируют измерительный объем с пространственно-периодическим распределением интенсивности света, при этом частота света, рассеянного движущейся каплей, отличается от частоты падающего света лазера на величину, зависящую от
10 скорости движения капли и однозначно с ней связанную. Это излучение собирают в большом телесном угле с помощью объектива и через диафрагму подают в фотоприемник, где с помощью анализатора спектра производят электронный спектральный анализ частот рассеянного света и определяют центральную частоту спектра f_D , также фиксируют значение длины волны λ излучения лазера. Скорость

15 движения капли определяют по формуле: $V = f_D \frac{\lambda}{2\sin\theta/2}$, где θ - телесный угол

схождения лучей. Также по зарегистрированному импульсному световому изображению рассеченной плоской с малой толщиной части факела распыла определяют параметры 20 распыла капель в данной части факела с помощью системы единиц дисперсности на основе формулы объема шара (сферы) капли $Q=0,524 \cdot D^3$, где D - диаметр шара диспергированной капли. Для этого в указанном изображении производят сортировку и подсчет количества капель стандартных (по ОСТ 10.6.1-2000) классов диапазонов микроскопических размеров в их смежной последовательности. В каждом классе от

25 первого минимального до последнего максимального последовательно определяют в общем случае дробный коэффициент приведенного количества n_{privi} капель класса на единицу площади изображения. Умножают эту величину на объем Q_i шара капли своего класса для получения величины приведенного на единицу площади суммарного объема 30 капель своего класса. Полученные дискретные величины приведенных на единицу площади суммарных объемов капель всех классов $n_{privi}Q_i$ ($i=1 \dots i_{max}$) и общую сумму этих объемов $\sum n_{privi}Q_i$ при $i=1 \dots i_{max}$ используют в дальнейшей математической статистической и/или интегральной обработке для определения базового параметра-коэффициента поли- или монодисперсности исследуемой части факела распыла. В

35 качестве базового параметра поли- или монодисперсности исследуемой части факела распыла используют выборочное статистическое стандартное (среднее квадратичное) отклонение, характеризующее степень разброса суммарных объемов капель классов от монодисперсного состояния. В общем случае чем эта неотрицательная величина меньше, тем исследуемая часть факела является более монодисперсной.

40 Также могут получать систему световых изображений различных частей факела, в первую очередь, перпендикулярно главной оси распространения факела распыла и определять параметры распыла капель в этих частях факела как по отдельности, так и совместно интегрально по всему факелу с учетом приведения суммарных объемов $n_{privi}Q_i$ капель всех классов на общую единицу площади изображений.

45 Установка для реализации способа оценки параметров факела распыла дисперсионно-способной технологической жидкости включает лазерный импульсный источник света, распылительное устройство формирования факела распыла, оптическую систему для формирования и направления на исследуемую часть факела распыла плоского светового

пучка с равномерным распределением его интенсивности от лазерного импульсного источника света, цифровой фоторегистратор приема импульсного изображения исследуемой части факела распыла, ЭВМ для хранения и обработки цифровых сигналов зарегистрированных изображений. При этом установка дополнительно содержит

5 непрерывный лазер, оптическую схему делителя его луча с переменным шагом и устройством регулирования переменного шага, цифровой фотоприемник с электронным анализатором спектра частот пространственно-периодического распределения интенсивности рассеянного света в измерительном объеме в исследуемой части факела распыла для определения скоростей движения капель с помощью лазер-доплеровского

10 эффекта.

Перечень фигур

фиг.1 - принципиальная схема предлагаемой установки;

фиг.2 - схема истечения струи с внутренней зоной разрежения из РУ;

фиг.3 - схема примера распределения скоростей диспергированных капель в факеле

15 РУ;

фиг.4 - график примера распределения приведенных на единицу площади интегральных объемов монодисперсных капель последовательности смежных диапазонов размеров.

Осуществление изобретения

20 На фиг.1 схемы предлагаемой установки для реализации способа позициями обозначены: 1 - непрерывный Не-Не лазер ЛГН-503; 2 - оптическая схема делителя луча с переменным шагом и устройством регулирования переменного шага; 3 - объектив с цифровым фоторегистратором (3а); 4 - анализатор спектра; 5 - импульсный лазер ЛГИ-215; 6 - поворотные головки; 7 - комбинированные линзы; 8 - цифровой фоторегистратор приема импульсного изображения, юстированный по плоскости, секущей факел, и перпендикулярный этой плоскости; 9 - распылительное устройство (РУ); 10 - ЭВМ для хранения и обработки цифровых данных дисперсности сечений факела и скоростей движения диспергированных капель с помощью лазер-доплеровского эффекта.

Как импульсный рубиновый (ЛГИ-215), так и непрерывный Не-Не (ЛГН-503) лазеры 30 входят в состав одной измерительной голографической установки УИГ-12, но конструктивно в установке расположены раздельно и работают также раздельно. Не-Не лазер смонтирован непосредственно на плите голографического стола и фокусирован на факел форсунки, а импульсный - под плитой, откуда с помощью поворотных головок 6 также фокусирован на тот же факел форсунки. В установке использован метод 35 «лазерного ножа»: луч импульсного рубинового лазера 5 преобразуется в плоский тонкий световой пучок (0,5...1 мм) с равномерным распределением его интенсивности с помощью оптической системы 7, представляющей собой комбинацию короткофокусной цилиндрической линзы и длиннофокусной телескопической системы с переменным фокусным расстоянием. Импульс «лазерного ножа» (5 микросекунд) рассекает факел 40 работающей форсунки в заданном месте. Все капли, попавшие в плоскость сечения, регистрируются цифровым фоторегистратором 8, расположенным строго перпендикулярно этой плоскости и юстированным по отношению к ней. Так как рабочая толщина «лазерного ножа» - от 0,5 до 1 мм, а размер капель меньше по крайней мере на порядок, то основная масса капель (90...95%) освещены полностью и дают 45 достаточно объективную информацию о своем истинном размере. Капли, попавшие в плоскость «лазерного ножа», не рассекаются им, а только освещаются в течение 5 микросекунд и дают возможность неразрушающим контролем оценить свои размеры с помощью фоторегистратора с последующей обработкой и расчетом.

Пример осуществления способа

На установке проводились сравнительные исследования факелов пневматических форсунок типа «Г-2м» с закруткой и без закрутки распыляющего сжатого воздуха.

Разбивая зону факела вдоль оси и в поперечном направлении на участки и соизмеряя

- 5 скорость газового потока и капель жидкости в каждом из них, была визуализирована картина течений жидкости и газа. На фиг.2 представлена схема истечения струи с внутренней зоной разрежения из РУ - схема истечения воздушного потока из кольцевого зазора форсунки с закруткой сжатого воздуха. Воздух раскручивали с целью увеличения угла раскрытия факела и снижения его дальnobойности. Исследования показали, что
- 10 при закрутке сжатого воздуха вблизи среза жидкостного сопла образуется область пониженного давления (зона I) с циркуляционными областями обратных токов (зона II). Пониженное давление в ней искривляет траекторию струи, которая быстро прымывает к оси симметрии. Размер области обратных токов не превышает 3...5 калибров жидкостного сопла. При распылении жидкости в закрученном потоке сжатого
- 15 распыливающего воздуха ($P=1$ бар) были экспериментально замерены скорости капель и выявлены их существенные различия в разных частях факела форсунки, распределение которых приведено на фиг.3. Закрутка распыливающего воздуха способствует интенсивному расширению факела от среза сопла, увеличению угла раскрытия с $17\dots19^\circ$ (прямой незакрученный поток) до $45\dots55^\circ$ и быстрому затуханию скорости вдоль оси.

- 20 Полученная с помощью лазерной техники информация о скоростях движения капель распыляемой жидкости и полях скоростей всего факела становится еще одной важной характеристикой оценки эффективности конкретного РУ и путей совершенствования его конструкции, открывает возможность разработки новых РУ. Так, например, при работе топливных форсунок различие скоростей движения капель одинакового размера
- 25 в разных частях факела в два и более раз может привести к их неполному сгоранию, т.к. одновременно идут процессы интенсивного испарения и горения. Новые РУ должны разрабатываться не только с целью достижения монодисперсного распыла, но и с такими скоростями движения капель, которые обеспечат их максимально полное сгорание, учитывая объем и конструкцию камеры сгорания. Такой подход способен
- 30 обеспечить наивысшую энергоэффективность и снизить расход жидкого топлива.

Таким образом, использование лазерной техники в исследовании факела позволило:

- оценить скорость движения капель (так для одной из пневматических форсунок эта скорость в различных частях факела менялась в интервале 70...120 м/сек);
- обнаружить зону обратных токов вблизи жидкостного сопла для закрученных потоков;
- увидеть зону нераспавшейся струи, где струя жидкости начинает распадаться на капли;
- обнаружить немонотонность распределения концентраций капель в поперечном сечении факела, причем эти концентрации в разных частях факела могут различаться

40 на порядок.

Также в способе предложено использовать систему единиц измерений дисперсности (поли - или монодисперсности), обусловленную следующими парадигмами:

- как размер, среднеобъемные, медианно-массовые и другие «средние» диаметры капель не могут по определению быть системообразующими единицами измерений дисперсности, так как все они не являются количественной, физико-химической, энергетической, экономической мерой дисперсионно-способных жидкостных систем (ДЖС) и их невозможно инструментально измерить.
- как агрегатные состояния вещества любые ДЖС характеризуются микрообъемами

5 капель и их числом (количеством) в зависимости от степени диспергирования этих микрообъемов в общем объеме ДЖС, а для нормирования сравнительного анализа - с приведением этого количества к единице площади;

- в физико-математическом смысле полидисперсность - квадратичное отклонение

10 объемов капель от монодисперсного. Это отклонение (практический разброс капель по их числу (количеству), размерам и объемам в зависимости от степени диспергирования объемов) следует называть коэффициентом поли- или монодисперсности, математически равным корню квадратному из дисперсности.

15 В качестве основной системной единицы дисперсности принимается дисперсный

кубический микрон с размерностью мкм^3 - микрообъем шара (сферы) капли в соответствии с классической формулой объема шара: $Q=0,524 \cdot D^3$, где D - диаметр диспергированной капли в мкм. Внесистемные единицы объема дисперсности: 1 л= 10^{15} мкм^3 ; 1 мл= 10^{12} мкм^3 .

20 15 В примере реализации способа в таблице и на фиг.4 представлены результаты измерения зарегистрированных на предлагаемой установке данных и оценки параметров факела распыла дисперсионно-способной технологической жидкости.

Таблица

Классовый промежуток (по ОСТ 10.6.1-2000)	Диапазон диаметров капель класса, мкм	Средний диаметр капель класса, мкм	Приведенное количество капель на единицу площади, шт/см ²	Приведенный объем в классе, $\text{мкм}^3/\text{см}^2$	%-доля жидкости, заключенной в каплях класса
1-3	14-41	28	303,60	$3,3 \cdot 10^6$	0,32
3-5	42-69	56	239,30	$20,2 \cdot 10^6$	2,13
5-7	70-97	84	121,40	$34,4 \cdot 10^6$	3,40
7-9	98-125	112	60,71	$41,0 \cdot 10^6$	4,13
9-11	126-153	140	41,67	$55,4 \cdot 10^6$	5,52
11-13	154-181	168	41,67	$95,2 \cdot 10^6$	9,60
13-15	182-209	196	23,81	$86,7 \cdot 10^6$	8,70
15-17	210-237	224	19,44	$107,0 \cdot 10^6$	10,60
17-19	238-265	252	11,61	$85,0 \cdot 10^6$	9,00
19-21	266-293	280	6,55	$69,2 \cdot 10^6$	7,00
21-23	294-321	308	4,17	$58,8 \cdot 10^6$	5,80
23-25	322-349	336	3,21	$58,6 \cdot 10^6$	5,80
25-27	350-377	364	2,14	$50,0 \cdot 10^6$	5,03
27-29	378-405	392	1,67	$48,5 \cdot 10^6$	4,87
29-31	406-433	420	1,19	$29,0 \cdot 10^6$	4,30
31-33	434-461	448	0,83	$36,2 \cdot 10^6$	3,62
33-35	462-489	476	0,65	$33,8 \cdot 10^6$	3,42
35-37	490-517	504	0,48	$29,6 \cdot 10^6$	2,95
37-39	518-545	532	0,30	$21,8 \cdot 10^6$	2,20
39-41	546-573	560	0,12	$10,2 \cdot 10^6$	1,01
41-43	574-601	588	0,06	$5,6 \cdot 10^6$	0,60
Сумма	-	-	-	$979,5 \cdot 10^6$	100

45 По приведенным на единицу площади (1 см^2) интегральным (аддитивным) объемам (объем капель на их кол-во на ед. площади) и классическим формулам выборочных характеристик среднеквадратичное отклонение (квадратный корень из дисперсии), принимаемое как коэффициент поли- или монодисперсности, оказалось равным 2,87.

По другим авторским формулам и производным единицам дисперсности оценки коэффициента поли- или монодисперсности величина коэффициента поли- или монодисперсности также оказывается достаточно близкой к величине, полученной по классическим формулам, а именно равной 2,98. Этот результат был получен в результате обработки данных таблицы с помощью следующих авторских формул и единиц дисперсности.

Единица степени диспергирования микрообъемов жидкости - геометрический (общий) коэффициент поли- или монодисперсности ДЖС $K_{\text{п/м}}$ по формуле:

$$10 \quad K_{\text{п/м}} = \sqrt{K_{1,\text{прив}} \cdot K_{2,\text{объемн}}}, \text{ где:}$$

- $K_{1,\text{прив}}$ - квадратичное отклонение приведенных диаметров капель от монодисперсного:

$$15 \quad K_{1,\text{прив}} = \frac{d_{\text{прив, max}}}{d_{\text{прив, mix}}}$$

$K_{2,\text{объем}}$ - квадратичное отклонение микрообъемов капель и числа (количества) капель, содержащихся в аддитивном (интегральном) микрообъеме, от монодисперсного:

$$20 \quad K_{2,\text{объем}} = \frac{\sum (n \cdot d_{i,\text{прив}}^3)_{\text{max}}}{\sum (n \cdot d_{i,\text{прив}}^3)_{\text{mix}}} \cdot K_1^{-1}, \text{ прив}$$

Установленные единицы измерений дают основание сформулировать когерентную систему уравнений связи: систему измерений дисперсности в соответствии с законом сохранения массы вещества и канонами международной системы единиц.

$$25 \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_{1,\text{max}} + Q_{2,\text{min}} = Q_{\text{общ}}, 100\% \\ \frac{Q_{\text{общ}}}{0,524 \sum_{D_{\text{min}}}^{D_{\text{max}}} n \cdot D_i^3 \cdot K_{\text{п/м}}} = 1,0; \text{ где:} \\ K_{\text{п/м}} = \sqrt{\frac{\sum (n \cdot d_{i,\text{прив}}^3) \approx 90\%}{\sum (n \cdot d_{i,\text{прив}}^3) \approx 10\%}} \end{array} \right.$$

Примечание: $\approx 90\%$ (max) и $\approx 10\%$ (min) - распределение объемов жидкости, содержащейся в соответствующих накопленных интегральных объемах капель (по ОСТ 10.6.1-2000).

Расчетные результаты данных таблицы по вышеприведенным авторским формулам были получены следующие:

$$K_{1,\text{прив}} = 3,44$$

$$K_{2,\text{объем}} = 2,59$$

$$K_{\text{п/м}} = 2,98$$

По опыту практической работы авторов нахождение величины $K_{\text{п/м}}$ в диапазоне 1...2 означает близкое к монодисперсному состоянию капель, в диапазоне 2...5 - пограничное состояние между моно- и полидисперсным, >5 - полидисперсное состояние исследуемой части факела. При этом надо стремиться к исключительно

монодисперсному состоянию ДЖС.

Предлагаемый способ дает конструктору и испытателю возможность на основе анализа полидисперсности получить заданную степень диспергирования жидкостей на выходе из РУ при расчетах, конструировании, стендовых испытаниях и внедрении 5 энергетических характеристик, например:

- скорости истечения потока капель в единицу времени (м/сек);
- осаждения микрообъемов капель и их числа (количества) на единицу площади (л/га; мл/см²; мкм³/см²);
- распределения микрообъемов капель и их числа (количества) по рабочему объему 10 камеры сгорания (мкм³/объем к.с.)

Формула изобретения

1. Способ оценки параметров факела распыла дисперсионно-способной

15 технологической жидкости, заключающийся в том, что полученный из распылительного устройства факел жидкости в заданном месте и направлении «рассекают» лазерной световой плоскостью, сформированной из импульсного луча импульсного лазера с помощью оптической системы в виде плоского светового пучка с равномерным распределением его интенсивности, регистрируют фоторегистратором и передают в ЭВМ для дальнейшей обработки импульсное световое изображение рассеченной части

20 факела и определяют параметры дисперсионного распыла капель в данной части факела, отличающейся тем, что дополнительно производят определение скоростей движения капель факела с помощью лазер-доплеровского эффекта, для этого используют излучение дополнительного непрерывного лазера, которое с помощью оптической схемы делят на два пересекающихся луча, в области их пересечения формируют

25 измерительный объем с пространственно-периодическим распределением интенсивности света, при этом частота света, рассеянного движущейся каплей, отличается от частоты падающего света лазера на величину, зависящую от скорости движения капли и однозначно с ней связанную, это излучение собирают в большом телесном угле с помощью объектива и через диафрагму подают в цифровой фотоприемник, где с помощью анализатора спектра производят электронный спектральный анализ частот

30 рассеянного света и определяют центральную частоту спектра f_D , также фиксируют значение длины волны λ излучения лазера, а скорость движения капли определяют по

35 формуле: $V = f_D \frac{\lambda}{2\sin\theta/2}$, где θ телесный угол схождения лучей, а также по

зарегистрированному импульсному световому изображению рассеченной плоской с малой толщиной части факела распыла определяют параметры распыла капель в данной части факела с помощью системы единиц дисперсности на основе формулы

40 объема шара $Q=0,524 \cdot D^3$, где D - диаметр шара диспергированной капли, для этого в указанном изображении производят сортировку и подсчет количества капель

стандартных классовых диапазонов микроскопических размеров в их смежной последовательности, в каждом классе от первого минимального до последнего максимального последовательно определяют в общем случае дробный коэффициент приведенного количества $n_{\text{прив}} i$ капель класса на единицу площади изображения,

45 умножают эту величину на объем Q_i шара капли своего класса для получения величины приведенного на единицу площади суммарного объема капель своего класса, полученные дискретные величины приведенных на единицу площади суммарных объемов капель

всех классов $n_{\text{прив}i}Q_i$ ($i=1 \dots i_{\max}$) и общую сумму этих объемов $\Sigma n_{\text{прив}i}Q_i$ при $i=1 \dots i_{\max}$ используют в дальнейшей математической статистической и/или интегральной обработке для определения базового параметра-коэффициента поли- или монодисперсности исследуемой части факела распыла.

⁵ 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве базового параметра поли- или монодисперсности исследуемой части факела распыла используют выборочное статистическое стандартное (среднее квадратичное) отклонение, характеризующее степень разброса суммарных объемов капель классов от монодисперсного состояния: в общем случае чем эта неотрицательная величина меньше, тем исследуемая часть

¹⁰ факела является более монодисперсной.

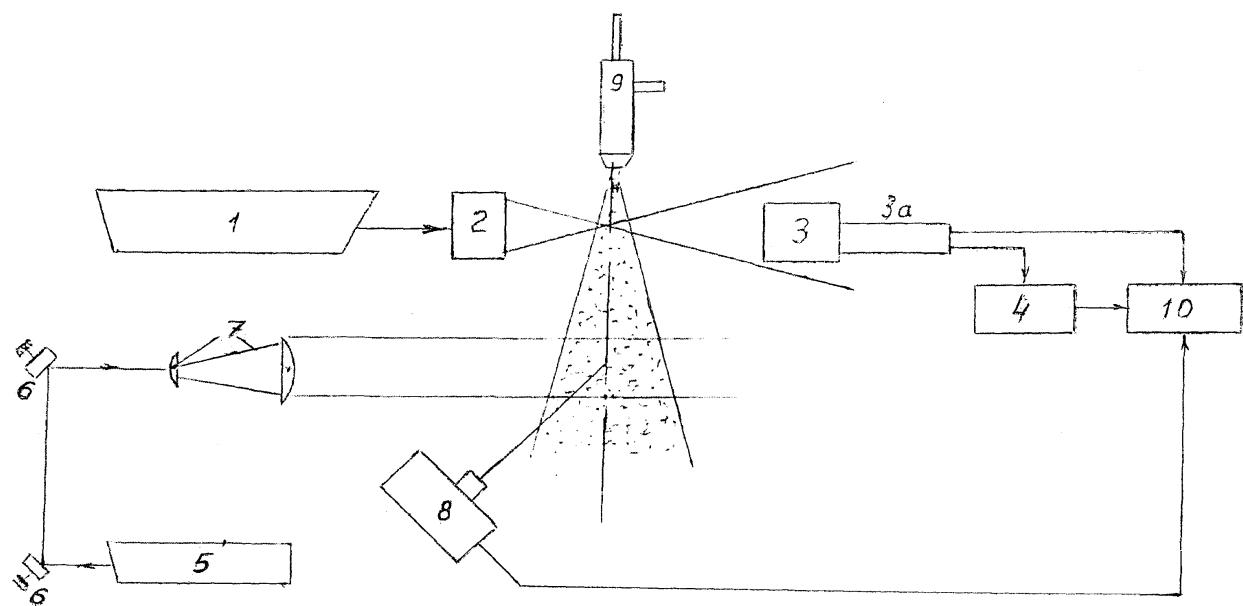
¹⁵ 3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что получают систему световых изображений различных частей факела, в первую очередь перпендикулярно главной оси распространения факела распыла и определяют параметры распыла капель в этих частях факела как по отдельности, так и совместно интегрально по всему факелу с учетом приведения суммарных объемов $n_{\text{прив}i}Q_i$ капель всех классов на общую единицу площади изображений.

²⁰ 4. Установка для оценки параметров факела распыла дисперсионно-способной технологической жидкости, включающая лазерный импульсный источник света, распылительное устройство для формирования факела распыла, оптическую систему для формирования и направления на исследуемую часть факела распыла плоского светового пучка с равномерным распределением его интенсивности по всей плоскости от лазерного импульсного источника света, цифровой фотoregistrator приема импульсного изображения исследуемой части факела распыла, ЭВМ для хранения и обработки цифровых сигналов зарегистрированных изображений, отличающаяся тем, что установка дополнительно содержит непрерывный лазер, оптическую схему делителя его луча с переменным шагом и устройством регулирования переменного шага, цифровой фотоприемник с электронным анализатором спектра частот пространственно-периодического распределения интенсивности рассеянного света в измерительном объеме в исследуемой части факела распыла для определения скоростей движения капель с помощью лазер-доплеровского эффекта.

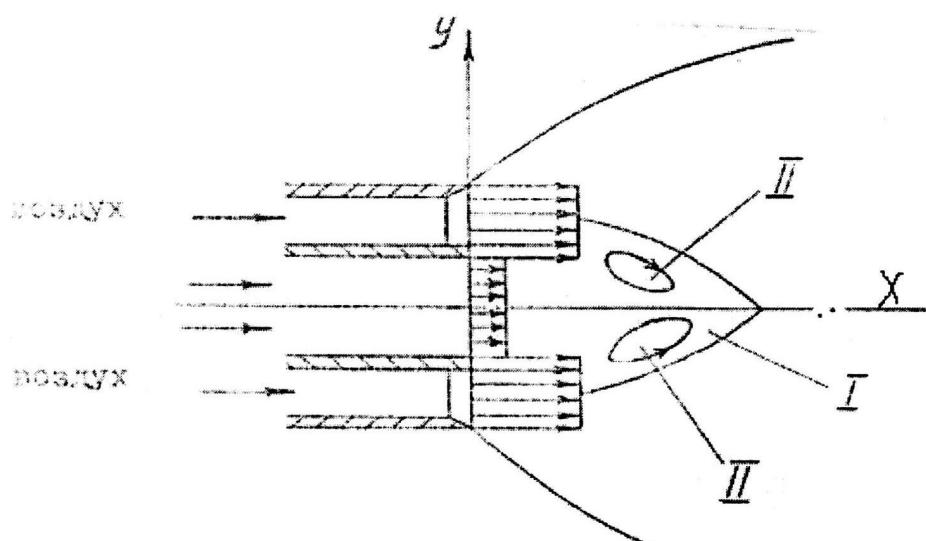
³⁵

⁴⁰

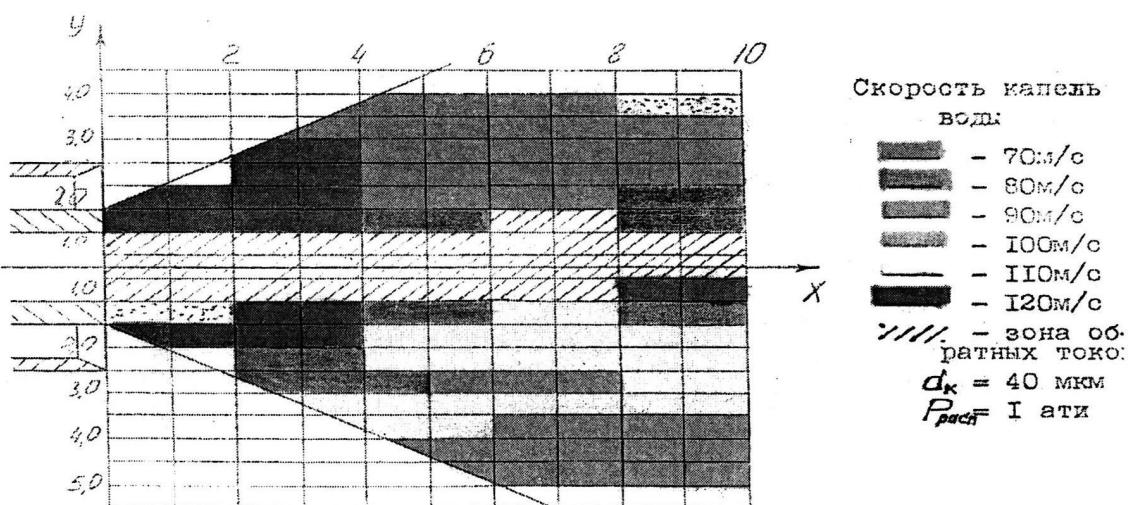
⁴⁵



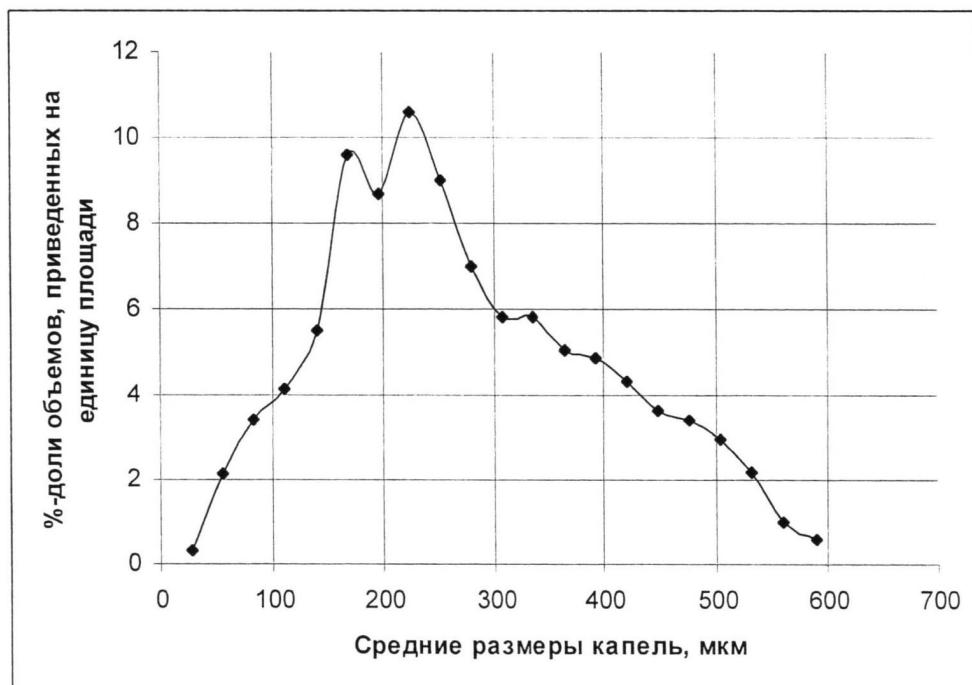
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4