



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015149484/05, 18.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.11.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.11.2015

(45) Опубликовано: 10.11.2016

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Нелюба  
В.А. (МИЦ НМКН)

(72) Автор(ы):

Нелюб Владимир Александрович (RU),  
Буянов Иван Андреевич (RU),  
Бородулин Алексей Сергеевич (RU),  
Александров Ислам Александрович (RU),  
Михайлов Максим Сергеевич (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)

## (54) ОСНАТКА ДЛЯ ТРАНСФЕРНОГО ФОРМОВАНИЯ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к устройствам по изготовлению трубчатых элементов из полимерных композиционных материалов на основе волокнистых армирующих систем. Технический результат - в создании упрощенной и сравнительно недорогой специализированной технологической оснастки для изготовления трубчатых изделий с чистой наружной поверхностью из волокнистых полимерных композиционных материалов, - оснастки, обеспечивающей равномерное распределение связующего в поровом пространстве армирующей системы преформы с целью минимизации технологических дефектов, возникающих в процессе трансферного формования. Оснастка содержит форму, состоящую из верхней и нижней полуформ, скрепляемых одна с другой с образованием замкнутой герметичной формообразующей полости, и торцевых пластин, закрывающих полуформы с торцов оснастки, формообразующие элементы, выполненные и размещаемые внутри формообразующей полости в соответствии с объемной геометрией формуемого изделия, и систему подачи связующего в формообразующую полость для пропитки волокнистой преформы через впускной

патрубок, расположенный в одной из указанных торцовых пластин, а в противолежащей торцовой пластине расположен выпускной патрубок. При этом формообразующий элемент внутренней полости изделия выполнен в виде закладного элемента - дорна с волокнистой преформой и помещен в полости формообразующих прижимов, обеспечивающих геометрию и чистоту наружной поверхности формуемого трубчатого изделия, плотно прилегая к преформе и торцевым пластин. При этом впускной патрубок имеет внутренний конусообразный наконечник, установленный на торцевой поверхности дорна; коническая поверхность наконечника содержит ребра, центрирующие наружную смолораспределительную втулку впускного патрубка относительно поверхности наконечника, обеспечивая равную величину зазора между втулкой и наконечником, выступающего в качестве симметричного канала объемной подачи связующего в форму в зазор между дорном с преформой и прижимами. Прижимы преимущественно изготовлены из силикона с нанесенным антиадгезивным покрытием. Наконечник установлен на торцевую поверхность дорна путем фиксации центральной

осевой шпилькой либо закладным штифтом; в смолораспределительную втулку вкручен соединительный штуцер с уплотнительным

кольцом с трубкой подачи связующего. 4 з.п. ф-лы. 5 ил.

R U 1 6 5 9 2 3 U 1

R U 1 6 5 9 2 3 U 1

## Область техники

Полезная модель относится к устройствам по изготовлению трубчатых элементов из полимерных композиционных материалов на основе волокнистых армирующих систем.

## 5 Уровень техники

Наиболее близким аналогом (прототипом) можно считать полезную модель по патенту РФ RU 152623 (МПК В29С 70/48, В29С 45/00, В29С 33/00, опубл. 10.06.2015) **ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЫЛА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА** из полимерного композиционного материала, включающая форму, состоящую из верхней и нижней полуформ, скрепляемых одна с другой с образованием замкнутой герметичной формообразующей полости, и торцовых пластин, закрывающих полуформы с торцов оснастки, формообразующие элементы, выполненные и размещаемые внутри формообразующей полости в соответствии с конфигурацией крыла, и систему подачи связующего в формообразующую полость для пропитки **10** волокнистого наполнителя - преформы. При этом система подачи связующего в формообразующую полость включает центральный распределитель, расположенный в одной из указанных торцовых пластин и имеющий отводы, сообщающиеся с питающими патрубками, выпускные отверстия которых подведены внутрь формообразующей полости и расположены на уровне и по контуру периферийной зоны **20** формообразующей полости в ее поперечном сечении, в противолежащей торцовой пластине расположен выпускной патрубок для контроля за выходом связующего из формообразующей полости. Указанная оснастка предназначена к использованию при формировании крыла летательного аппарата из полимерного композиционного материала на основе волокнистого наполнителя с применением технологии формования с **25** пропиткой заготовки наполнителя (сухой преформы) полимерным связующим непосредственно в оснастке. В рассматриваемом прототипе полимерное связующее подают через входной патрубок центрального распределителя в питающие патрубки и через их выпускные отверстия в формообразующую полость и далее связующее распределяется в слоях преформ по направлениям вдоль обшивок крыла, а избыток связующего выходит из формообразующей полости через выпускной патрубок. **30**

Однако данная система питающих патрубков является конструктивно усложненной и экономически затратной для трансферного формования трубчатых элементов из волокнистых полимерных композиционных материалов с равномерной пропиткой за счет равномерного течения связующего в поровом пространстве преформы.

## 35 Раскрытие полезной модели

Технический результат предлагаемой полезной модели заключается в создании упрощенной и сравнительно недорогой специализированной технологической оснастки для изготовления трубчатых изделий с чистой наружной поверхностью из волокнистых полимерных композиционных материалов, - оснастки, обеспечивающей равномерное **40** распределение связующего в поровом пространстве армирующей системы преформы (без использования питающих патрубков, как в прототипе) с целью минимизации технологических дефектов, возникающих в процессе трансферного формования. Кроме того, конструкция предлагаемой оснастки позволяет изготавливать трубчатые элементы разных длин за счет модульной конструкции формы, что позволяет обеспечить **45** унификацию при производстве и, как следствие, дополнительно снизить технологические издержки.

Технический результат достигается тем, что оснастка для трансферного формования трубчатых изделий из волокнистых полимерных композиционных материалов содержит

форму, состоящую из верхней и нижней полуформ, скрепляемых одна с другой с образованием замкнутой герметичной формообразующей полости, и торцевых пластин, закрывающих полуформы с торцов оснастки, формообразующие элементы, выполненные и размещаемые внутри формообразующей полости в соответствии с 5 объемной геометрией формуемого изделия, и систему подачи связующего в формообразующую полость для пропитки волокнистой преформы через впускной патрубок, расположенный в одной из указанных торцевых пластин, а в противолежащей торцевой пластине расположен выпускной патрубок. При этом формообразующий элемент внутренней полости изделия выполнен в виде закладного элемента - дорна с 10 волокнистой преформой и помещен в полости формообразующих прижимов, обеспечивающих геометрию и чистоту наружной поверхности формуемого трубчатого изделия, плотно прилегая к преформе и торцевым пластин. При этом впускной патрубок имеет внутренний конусообразный наконечник, установленный на торцевой поверхности дорна; коническая поверхность наконечника содержит ребра, центрирующие наружную смолораспределительную втулку впускного патрубка относительно поверхности 15 наконечника, обеспечивая равную величину зазора между втулкой и наконечником, выступающего в качестве симметричного канала объемной подачи связующего в форму в зазор между дорном с преформой и прижимами.

Прижимы преимущественно изготовлены из силикона с нанесенным антиадгезивным 20 покрытием. Наконечник установлен на торцевую поверхность дорна путем фиксации центральной осевой шпилькой либо закладным штифтом; в смолораспределительную втулку вкручен соединительный штуцер с уплотнительным кольцом с трубкой подачи связующего. В случае трансферно-вакуумного формования выпускной патрубок выполнен аналогично впускному патрубку.

Для варьирования длины формы при различной длине изделия полуформы составлены 25 из унифицированных модулей с замками для герметичного соединения как модуля верхней с модулем нижней полуформы, так и смежных модулей полуформ друг с другом.

Важную роль в оснастке играет впускной патрубок, который имеет конусообразный наконечник, который устанавливается на торцевой поверхности формообразующего 30 дорна. Коническая поверхность наконечника содержит ребра, центрирующие инжекционную втулку относительно поверхности наконечника, обеспечивая равную величину зазора между втулкой и наконечником, выступающего в качестве симметричного канала объемной подачи связующего в форму в зазор между дорном с преформой и прижимами. Смолораспределительная втулка, выполненная из 35 антиадгезивного материала (например, фторопласта), помимо распределения связующего, за счет уплотнителя герметизирует трубку для подачи связующего. В смолораспределительную втулку вкручен соединительный штуцер с направляющей втулкой и она, упираясь в уплотнитель, не дает связующему вытечь за пределы пропитываемого контура. Связующее подается под давлением через трубку в 40 конусообразный наконечник торца дорна и равномерно распределяется в поровом пространстве преформы.

В случае использования технологии обычного трансферного формования конструктивное исполнение впускного патрубка не требует использования конусообразных наконечников. Однако, при использовании трансферно-вакуумного 45 формования, при котором на впускном патрубке создается разреженное давление, также требуется использования конусообразного наконечника в исполнении, аналогичном впускному наконечнику, для обеспечения равномерности течения связующего через преформу.

Перечень графических материалов

Фиг. 1 - Оснастка целиком в сборе (вид в ракурсе);

Фиг. 2 - Часть ракурса оснастки с частичным разрезом впускного патрубка;

Фиг. 3 - Составные элементы впускного патрубка;

5 Фиг. 4 - Впускной патрубков в сборе;

Фиг. 5 - Схема распределения связующего через впускной патрубков в форму оснастки.

Осуществление полезной модели

Предлагаемая оснастка позволяет пропитывать трубчатые, в том числе цилиндрические, конические, ступенчатые цилиндрические и ступенчатые конические, 10 изделия из волокнистых полимерных композиционных материалов по технологии трансферного формования.

На фигурах в единой сквозной нумерации представлены следующие элементы оснастки: 1 - Формообразующий дорн; 2 - Конусообразный наконечник; 3 - Уплотнительное кольцо; 4 - Соединительный штуцер; 5 - Смолораспределительная 15 втулка; 6 - Фиксирующий штифт (или шпилька); 7 - Трубка подачи связующего; 8 - Связующее; 9 - Преформа; 10 - Центрирующие ребра; 11 - силиконовый формообразующий прижим (или наполнитель); 12 - Модуль короба оснастки; 13 - Торцевая пластина короба; 14 - Т-образный болт; 15 - Гайка.

На фиг. 1 и фиг. 2 изображена технологическая оснастка в сборе и с частичным 20 разрезом. Оснастка состоит из пяти основных элементов: дорна 1, преформы 9, силиконовых прижимов 11, модульного короба формы 12 и торцевых пластин 13. Дорн 1 и преформу 9 помещают в полости силиконовых прижимов 11, которые, в свою очередь, плотно прилегая к преформе и торцевым пластинам 13, обеспечивают геометрию внутренней и наружной полости формуемого изделия. Модульный короб 25 формы 12, состоящий из нескольких секций, соединенных между собой замками из Т-образных болтов 14 и гаек 15, собирают в различные по длине технологические оснастки, что делает данную конструкцию универсальной. Для матриц трубчатых изделий разных типов геометрии изготавливают свои уникальные прижимные полости. Формирование порового пространства преформы 9 на дорне 1 обеспечивается совместной геометрией 30 дорна, полостей прижима и геометрической структурой преформы. Характеристики порового пространства определяют технологические параметры формования изделия.

При формовании трубчатых элементов из волокнистых полимерных композиционных материалов встает вопрос обеспечения чистоты поверхности формуемого изделия. Использование закладных элементов типа дорна обеспечивает геометрические 35 параметры внутренней поверхности трубчатого элемента. При этом в ряде конструктивных решений необходимо обеспечить чистоту наружной поверхности. Следует отметить, что механическая обработка поверхности изделий из волокнистых полимерных композиционных материалов недопустима для высоконагруженных конструкций, т.к. дефекты армирующей системы приводят к резкому снижению 40 механических и эксплуатационных характеристик и не позволяют реализовать потенциал, заложенный в идее применения волокнистых композитов. Традиционные способы изготовления трубчатых элементов из волокнистых полимерных композиционных материалов требуют обеспечения симметрии при расположении каналов впуска и выпуска связующего. При асимметричном расположении риск возникновения дефектов 45 недопропитки возрастает и требует комплекса экспериментальных работ, вызывающих затраты трудовых и материальных ресурсов по оптимизации мест расположения каналов. Также при формовании трубчатых изделий, имеющих геометрические поверхности второго порядка и выше, возникает вопрос о возможности образования

дефектов, в результате недопропитки армирующей преформы. Недопропитка образуется в результате неравномерного течения связующего в поровом пространстве преформы, возникающего в результате асимметричного движения потока под действием нелинейно распределяемой движущей силы. Эта проблема решается за счет конструктивного исполнения впускного патрубка подачи связующего (фиг. 3, 4). Особенностью конструктивного исполнения является конусообразный наконечник, который устанавливается на торцевой поверхности формообразующего дорна. Коническая поверхность наконечника содержит ребра, центрирующие смолораспределительную втулку относительно поверхности наконечника, обеспечивая равную величину зазора между втулкой и наконечником, выступающего в качестве симметричного канала объемной подачи связующего. Конусообразный наконечник 2 при помощи шпильки либо закладного штифта 6 устанавливается на торцевой поверхности дорна 1. На наклонной поверхности конуса наконечника расположены центрирующие ребра 10. Ребра позиционируют смолораспределительную втулку 5 относительно конусообразного наконечника 2, обеспечивая равное расстояние между втулкой и наконечником, необходимое для равномерного распределения смолы по поверхности оснастки. Смолораспределительная втулка 5, выполненная из антиадгезивного материала (например, фторопласта), помимо распределения связующего 8, за счет уплотнителя 3 герметизирует трубку 7 для подачи связующего. В смолораспределительную втулку 5 вкручивается соединительный штуцер 4 и, упираясь в уплотнитель 3, не дает связующему вытечь за пределы пропитываемого контура. Связующее подается под давлением через трубку 7 в конусообразный наконечник 2 торца дорна 1 и равномерно распределяется в поровом пространстве преформы 9.

Пропитка преформы происходит посредством инъекции смолы (фиг. 5) под давлением. Через полимерную трубку 7, помещенную в установку для трансферного формования со связующим, под давлением от 3 до 6 атмосфер в зависимости от геометрии и габаритов изготавливаемых изделий, подают связующее. Изделие пропитывают фронтально и равномерно от канала подачи к каналу выхода избытков связующего. Через трубку 7, закрепленную в соединительном штуцере 4, связующее поступает в смолораспределительную втулку 5. Благодаря, постоянно поддерживаемому давлению подачи, связующее перед тем, как достичь торца сухой намотанной преформы 9, заполняет все поровое пространство между дорном 1 и плотно прилегающим к преформе 9 силиконовым прижимом 11, что обеспечивает равномерность пропитки преформы 9 от одного торца до другого, исключая возможность образования недопропитанных частей. В процессе пропитки преформы 9 избытки связующего вытекают через выпускной патрубок.

Для сравнения результатов пропитываемости преформы так называемым торцевым методом подачи связующего в предлагаемой оснастке с впускными патрубками и традиционным точечным методом подачи связующего (без предлагаемых впускных патрубков) был проведен компьютерный расчет пропитываемости изделий из волокнистых полимерных композиционных материалов с равными условиями и свойствами материалов. Результатами данных расчетов является время пропитки изделий и вероятность образования порового непропитанного пространства. Результаты расчетов представлены в таблице (прим.: под торцевым методом пропитки подразумевается, что связующее подается по всей площади торцевого сечения преформы; а в методе точечной пропитки подача связующего осуществляется в одну точку на торцевом либо продольном сечении преформы. При этом пропитка преформы в обоих случаях идет от места подачи к месту выхода избытков связующего из оснастки через

выпускной патрубков).

Таблица

Типоразмер изделия	Время t, с		Вероятность образования порового непропитанного пространства, %	
	Точечный (традиционный) метод подачи связующего	Торцевой метод подачи связующего	Точечный (традиционный) метод подачи связующего	Торцевой метод подачи связующего
240×40×20	301,83	120,02	58	29,3
520×20×20	892,80	693,06	51,3	22,6
230×30×30	335,51	136,15	56,5	27,8
600×40×40	923,85	1779,56	47,9	19,2

Из таблицы видно, что в предлагаемой оснастке с впускными патрубками торцевым методом подачи связующего время пропитки изделия сокращается от 0,5 до 2,5 раз; а вероятность возникновения порового непропитанного пространства уменьшается в среднем на 28,7%, что позволяет получить более качественное трубчатое изделие из волокнистых полимерных композиционных материалов с лучшим качеством внешней поверхности.

Полезная модель реализована при разработке оснастки для трансферного формования элементов пространственных композитных конструкций элементов ракетно-космической техники, в рамках работ по Соглашению о предоставлении субсидии №14.577.21.0130 от 28 октября 2014 г. с Министерством образования и науки Российской Федерации.

#### Формула полезной модели

1. Оснастка для трансферного формования трубчатых изделий из волокнистых полимерных композиционных материалов, содержащая форму, состоящую из верхней и нижней полуформ, скрепляемых одна с другой с образованием замкнутой герметичной формообразующей полости, и торцевых пластин, закрывающих полуформы с торцов оснастки, формообразующие элементы, выполненные и размещаемые внутри формообразующей полости в соответствии с объемной геометрией формуемого изделия, и систему подачи связующего в формообразующую полость для пропитки волокнистой преформы через впускной патрубок, расположенный в одной из указанных торцевых пластин, а в противоположной торцевой пластине расположен выпускной патрубок, отличающаяся тем, что формообразующий элемент внутренней полости изделия выполнен в виде закладного элемента - дорна с волокнистой преформой и помещен в полости формообразующих прижимов, обеспечивающих геометрию и чистоту наружной поверхности формуемого трубчатого изделия, плотно прилегая к преформе и торцевым пластинам, при этом впускной патрубок имеет внутренний конусообразный наконечник, установленный на торцевой поверхности дорна; коническая поверхность наконечника содержит ребра, центрирующие наружную смолораспределительную втулку впускного патрубка относительно поверхности наконечника, обеспечивая равную величину зазора между втулкой и наконечником, выступающего в качестве симметричного канала объемной подачи связующего в форму в зазор между дорном с преформой и прижимами.

2. Оснастка по п. 1, отличающаяся тем, что прижимы изготовлены из силикона с нанесенным антиадгезивным покрытием.

3. Оснастка по п. 1, отличающаяся тем, что наконечник установлен на торцевую поверхность дорна путем фиксации центральной осевой шпилькой либо закладным штифтом; в смолораспределительную втулку вкручен соединительный штуцер с

уплотнительным кольцом с трубкой подачи связующего.

4. Оснастка по п. 1, отличающаяся тем, что полуформы составлены из унифицированных модулей с замками для герметичного соединения модуля верхней с модулей нижней полуформы, а также смежных модулей полуформ друг с другом для  
5 варьирования длины формы при различной длине изделия.

10

15

20

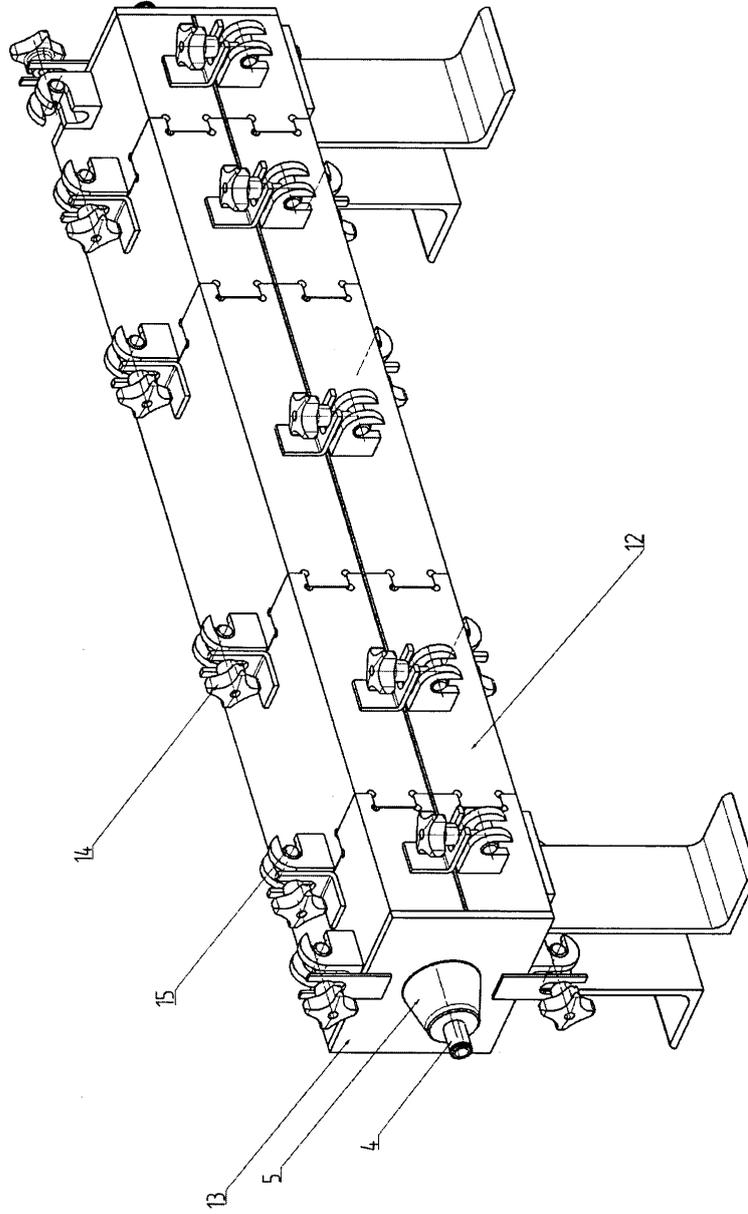
25

30

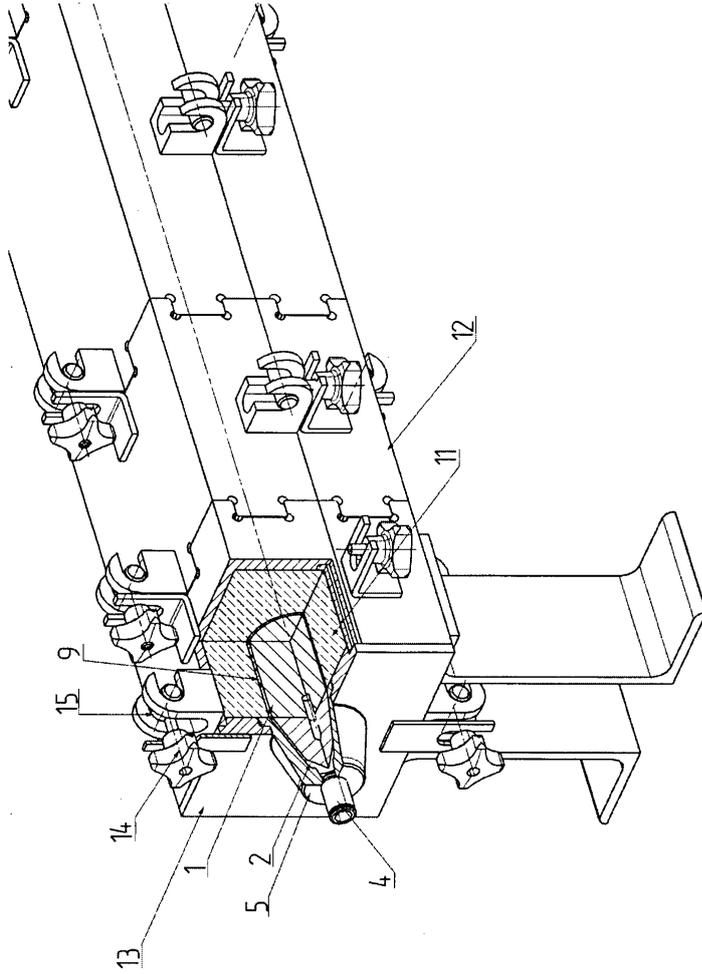
35

40

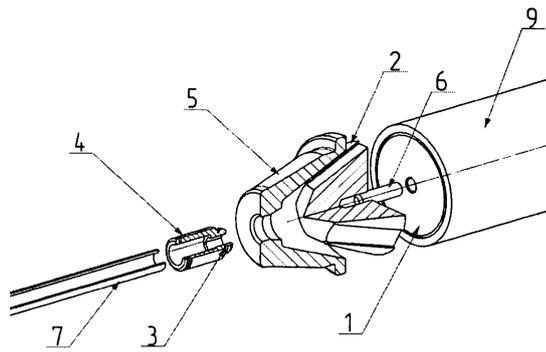
45



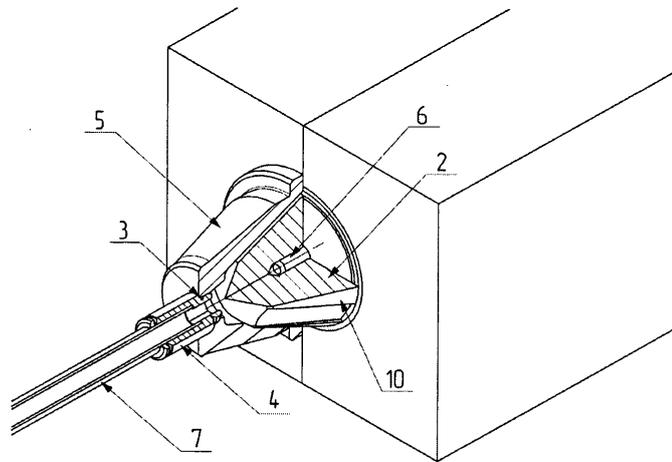
Фиг.1



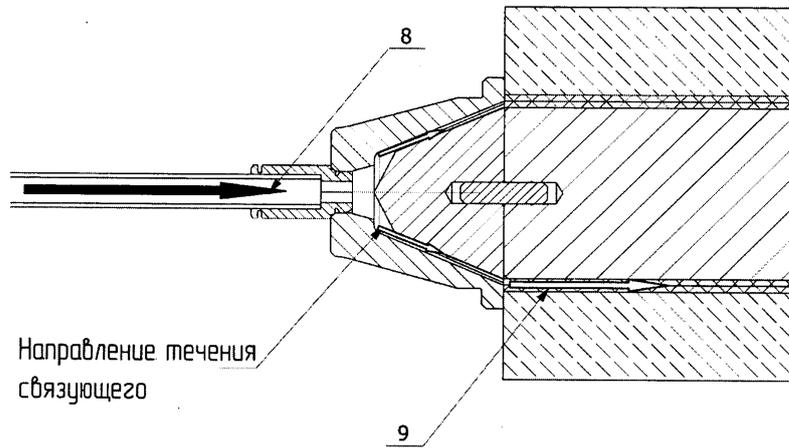
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5