

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ [B29D 15/00 \(2006.01\)](#)
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 17.08.2020)
Пошлина: учтена за 8 год с 11.04.2019 по 10.04.2020

(19)

RU

(11)

2 502 601

(13)

C1

(51) МПК

(21)(22) Заявка: [2012113995/02](#), 10.04.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2012

(45) Опубликовано: [27.12.2013](#) Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2431502 C1, 27.10.2011. RU 2280767 C2, 27.07.2006. RU 2239100 C2, 27.10.2004. US 4063939 A1, 20.12.1977. US 4354804 A1, 19.10.1982.

Адрес для переписки:

450054, Башкортостан, г.Уфа-54, пр-кт
Октября, 69/2, Открытое акционерное
общество Институт технологии и
организации производства (ОАО НИИТ),
В.А. Грибановскому

(72) Автор(ы):

Грибановский Владимир Александрович
(RU),
Юрьев Виктор Леонидович (RU),
Никитин Сергей Николаевич (RU),
Бородин Александр Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
Институт технологии и организации
производства (ОАО НИИТ) (RU)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА КОМПРЕССОРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области турбостроения и может быть использовано при изготовлении рабочих колес компрессора из композиционных материалов. Производят раскрой слоев композиционного материала для получения заготовок, из которых формируют передний и задний фланцы, часть опорного кольца и лопатки. Прессуют лопатки с получением со стороны корневого сечения наметки опорного кольца. В пресс-форму укладывают заготовку, предназначенную для формирования переднего и заднего фланцев и части опорного кольца. При этом часть этой заготовки располагают в полости сепаратора пресс-формы. Затем в прорези сепаратора укладывают лопатки. Производят пропитку и укладку слоев материала, выходящего за контур лопаток, с обеспечением предварительного формирования опорного кольца. В пресс-форму устанавливают эластичный пуансон, обеспечивающий формирование внутренних поверхностей переднего и заднего фланцев и опорного кольца. На пуансон укладывают слои материала для заднего фланца. Затем

производят установку нажимного пуансона пресс-формы, который скрепляют с сепаратором. Путем подачи давления на эластичный пуансон осуществляют прессование и образование монолитного рабочего колеса компрессора. Полученное рабочее колесо имеет облегченную конструкцию и повышенные прочностные характеристики. 8 ил.

Изобретение относится к области турбостроения, точнее к способам изготовления рабочих колес из композиционного материала для компрессора газотурбинного двигателя, преимущественно авиационного.

Известно рабочее колесо центробежного компрессора из композиционного материала и способ его изготовления (патент RU №2239100, кл. F04D 29/26, опубл. 30.10.2002 г.). Технический результат достигается тем, что профилированные рабочие лопатки выполнены зацело с ножкой, соединяющей перо и опорные элементы лопатки, при этом колесо снабжено профилированными проставками, каждая из которых повторяет форму ножки лопатки, выполнена между соседними ножками лопаток и соединена с ними, имеет опорные элементы и хотя бы одну полость облегчения, при этом поддерживающий элемент представляет собой кольцо, а каждый опорный элемент лопаток и проставок выполнен в виде паза, ширина которого не менее ширины кольца. В способе изготовления рабочего колеса центробежного компрессора лопатку с ножкой выкраивают из слоев материала различных по размерам зацело с проставкой, выкладывают в пресс-форме и устанавливают в проставке закладной элемент, удаляемый после прессования, а после установки и центровки лопаток с опорными элементами и проставками и поддерживающих элементов в сборочной пресс-форме их соединяют между собой по контактирующим поверхностям, при этом поддерживающий элемент изготавливают методом намотки протяженных композиционных материалов на оправку с последующим прессованием элемента в пресс-форме.

По данному изобретению достигается получение монолитного колеса, однако в конструкции и способе его получения имеются существенные недостатки: относительно повышенная масса колеса, для установки поддерживающего элемента необходимо проточить кольцевую канавку, при этом перерезаются волокна композиционного материала, что снижает прочность колеса.

Конструкция рабочего колеса компрессора (RU №2382910, кл. F04D 29/26, опубл. 27.02.2010 г.) содержит отдельные сектора из слоистого композиционного материала на полимерной основе, объединенные в рабочее колесо, по меньшей мере, четырьмя несущими силовыми кольцами из композиционного материала, причем каждый сектор включает одну рабочую лопатку, хвостовая часть которой выполнена в виде ножки хвостовика с криволинейной геометрией, определяемой полками, разделенными пазами, размещенными по высоте ножки, под соответствующие силовые кольца, размещенные в этих пазах.

По данному изобретению достигается получение монолитного колеса, однако массивная ступица увеличивает относительную массу колеса, сложная технология изготовления хвостовика лопаток.

Способ изготовления рабочего колеса центробежного компрессора из композиционного материала (патент RU №2432502, F04D 29/28, опубл. 27.10.2011 г.), включающий раскрой слоев материала лопаток, прессование их в пресс-форме, размещение и центровку лопаток в сборочной пресс-форме и прессование колеса, причем при раскрое слоев материала они выходят за пределы контура лопаток со стороны корневого сечения лопатки на длину, большую длины дуги опорного кольца между соседними лопатками, а со стороны периферийного сечения на длину, большую длины дуги покрывного диска между соседними лопатками, при этом

наружные поверхности опорного кольца и покрывного диска выполняют эквидистантно аэродинамическим поверхностям газового тракта, аэродинамический профиль лопаток оформляют в пресс-форме, затем лопатки укладывают в сепаратор пресс-формы и в полостях сепаратора предварительно формируют опорное кольцо и покрывной диск, после чего сепаратор укладывают в пресс-форму и производят прессование, при этом в матрице формируют наружные поверхности покрывного диска, в пуансоне - наружные поверхности опорного кольца, а в сепараторе формируют внутренние аэродинамические поверхности газового тракта покрывного и опорного кольца (прототип).

Данным изобретением решается задача создания высоконагруженной конструкции рабочего колеса центробежного компрессора из композиционного материала при значительном снижении его массы и повышенной жесткости и прочности. Высокие прочностные характеристики обеспечиваются наличием покрывного диска, который можно усиливать путем дополнительной намотки. Однако в рабочих колесах компрессора и вентилятора отсутствует покрывной диск, а без последнего большие нагрузки появятся в месте крепления лопатки в опорном кольце и при высоких центробежных силах в опорном кольце начнется расслаивание композиционного материала, т.к. связующее плохо работает на растяжение.

Задачей, решаемой данным изобретением, является создание из композиционного материала рабочего колеса компрессора, включающего рабочие лопатки, опорное кольцо, передний и задний фланцы, облегченной конструкции с повышенными прочностными характеристиками.

Поставленная цель достигается тем, что опорное кольцо, передний и задний фланцы формируют одновременно в единой пресс-форме, а фланцы оформляют из единого раскройного материала.

Способ изготовления рабочего колеса компрессора из композиционного материала включает раскрой слоев материала лопатки и фланцев, прессование лопаток в пресс-форме, размещение и центровку их в сборочной пресс-форме. При раскрое слоев материала часть их поверхности выходит за пределы контура лопаток со стороны корневого сечения лопатки на длину, большую длины дуги опорного кольца между соседними лопатками. При оформлении аэродинамического профиля лопатки на корневом сечении пера лопатки формируют часть опорного кольца длиной от 1 до 20 мм. При раскрое слоев материала для фланцев учитывают размеры переднего и заднего фланцев и ширину опорного кольца, чтобы их получать из единого слоя. Пропитывают слои материала, которые предназначены для фланцев и опорного кольца, и укладывают их в пресс-форму при этом часть композиционного материала укладывают в полость сепаратора пресс-формы, которая оформляет передний фланец, а часть материала укладывают в полость сепаратора, оформляющую аэродинамический профиль опорного кольца. Затем лопатки вставляют в сепаратор, который обеспечивает номинальное расположение лопаток в пресс-форме, а это в свою очередь выполняет требования конструкторской документации на рабочее колесо. После этого пропитывают связующим материал, выходящий за пределы контура лопаток, и предварительно формируют в полости сепаратора в дополнение к имеющемуся там материалу опорного кольца. Далее в пресс-форму устанавливают эластичный пуансон, который нижней частью формирует передний фланец, периферийной поверхностью - опорное кольцо, а на верхнюю часть эластичного пуансона укладываются слои композиционного материала для получения заднего фланца, устанавливают нажимной пуансон, под действием которого оформляется задний фланец, и подают давление на эластичный пуансон, оформляющий ступицу и фланцы. Производят прессование по режиму, необходимому для конкретного композиционного материала, разборку известными технологическими приемами.

Таким образом, получается монолитное рабочее колесо компрессора жесткой и прочной конструкции с минимальной удельной массой.

На фиг.1 показан общий вид рабочего колеса компрессора. На фиг.2 представлен раскрой материала лопатки. На фиг.3. изображен раскрой слоя композиционного материала для формирования переднего и заднего фланцев и опорного кольца. На фиг.4 показана схема прессования лопаток. На фиг.5 - лопатка после прессования. На фиг.6 - пресс-форма после укладки в нее лопаток и композиционного материала для оформления фланцев и опорного кольца. На фиг.7 - сечение А-А пресс-формы. На фиг.8 - пресс-форма, готовая к прессованию.

Рабочее колесо компрессора (фиг.1) состоит из рабочих лопаток 1, опорного кольца 2, переднего фланца 3 и заднего фланца 4. Опорное кольцо 2 формируется из композиционного материала 5, выходящего за контур лопатки 1 при раскрое (фиг.2) и материала 6, который оформляется из заготовки (фиг.3) и который формирует аэродинамический профиль опорного кольца. Из этой же заготовки формируются передний 3 и задний 4 фланцы (фиг.1 и фиг.3).

В данной конструкции учитывается, что композиционные материалы имеют наибольшую прочность при растяжении вдоль волокон, а наиболее нагруженным из-за действия центробежных сил является место крепления лопаток к опорному кольцу, поэтому волокна в части 5 под действием указанных сил будут расслаиваться; чтобы исключить этот недостаток опорное кольцо усиливается фланцами, которые объединены частью 6 опорного кольца и выполнены из раскrojенного единого материала. Таким образом, передний 3, задний 4 фланцы и часть опорного кольца 6 образуют силовой элемент рабочего колеса, в котором волокна работают на растяжение, т.к. фланцы являются крепежным элементом, через которые передаются силы, возникающие при вращении колеса. Швеллерообразное сечение силового элемента (фланцы 3, 4 и часть опорного кольца 6) обеспечивает высокую удельную прочность всей конструкции рабочего колеса.

Способ изготовления рабочего колеса компрессора заключается в раскрое различных размеров слоев материала (фиг.2) лопаток 1, при этом слои раскраивают с учетом того, что часть материала 5 предназначена для формирования части 5 опорного кольца 2 (фиг.1). Также производят раскрой слоев материала (фиг.3) для оформления переднего 3, заднего 4 фланцев и части опорного кольца 6 (фиг.1). Количество слоев и их размеры (фиг.2 и фиг.3) рассчитываются для каждого конкретного колеса с учетом конфигурации лопатки, ступицы, фланцев и необходимой прочности. Далее каждый слой, который формирует перо лопатки (фиг.2), пропитывают связующим в зоне 1 и 7 (фиг.2), зона 7 раскроя будет формировать часть опорного кольца 8 (фиг.4) длиной 1...20 мм и фиксировать лопатку в сепараторе 11 (фиг.6, 7) в радиальном направлении. Затем слои выкладывают в матрице 9 (фиг.4) пресс-формы, устанавливают пуансон 10 и проводится прессование в соответствии с технологическим режимом для применяемого композиционного материала. После распрессовки получается лопатка 1 (фиг.5), на корневом сечении ее образована наметка 8 для части 5 опорного кольца 2 (фиг.1), часть материала 5 остается в исходном состоянии, из которого в дальнейшем сформируется часть 5 опорного кольца 2 (фиг.1). Далее пропитывают раскрой слоев (фиг.3) и выкладывают их в пресс-форме, при этом кольцевая часть 3 (фиг.3) укладывается в сепаратор 11 (фиг.6) в полость 12, где оформится передний фланец 3 (фиг.1 и фиг.6), а часть 6 раскроя укладывают в полость 13 сепаратора 11 (фиг.6 и фиг.7), в которой формируется часть 6 опорного кольца 2 с необходимым аэродинамическим профилем (фиг.1), при укладке совмещают прорези 14 (фиг.3) с прорезями 15 сепаратора 11 (фиг.7). Затем в прорези 15 сепаратора 11 вставляют лопатки 1 (фиг.6 и фиг.7) до упора наметки 8 в часть 6 раскроя и в полость 13 укладывают материал 5 (фиг.5, фиг.6 и фиг.7), предварительно пропитав связующим.

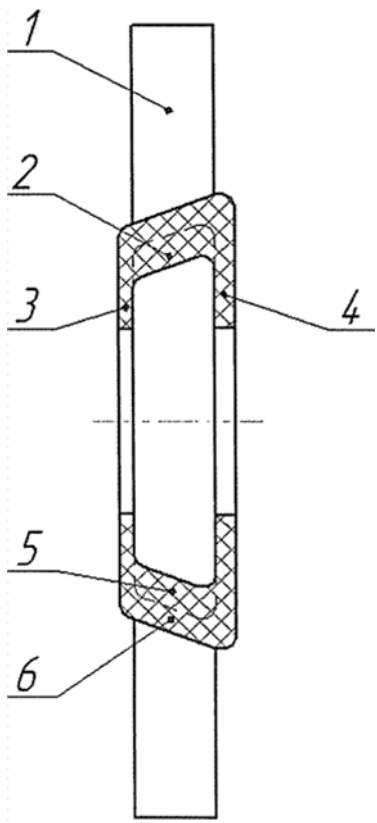
Из материала 5 (фиг.5, фиг.6 и фиг.7) сформируется часть 5 опорного кольца 2 (фиг.1, фиг.6, фиг.7, фиг.8). Далее в пресс-форму устанавливается эластичный пуансон 16 (фиг.6, фиг.7, фиг.8), например, из резины, полиуретана, надувной и т.д. На него укладывают часть раскроя 4 (фиг.3 и фиг.8), устанавливают нажимной пуансон 17 (фиг.8), который обеспечивает форму и размеры заднего фланца и скрепляют вместе с сепаратором, например, болтами (не показаны). На эластичный пуансон 16 подают давление, например, конусом 18 (фиг.6, фиг.7, фиг.8), под действием которого эластичный пуансон 16 создает давление на композиционный материал, формирующий опорное кольцо, передний и задний фланцы. Прессование проводят по режиму, соответствующему применяемому композиционному материалу для рабочего колеса.

После разборки пресс-формы получают монолитное рабочее колесо (фиг.1), содержащее рабочие лопатки, опорное кольцо, передний и задний фланцы.

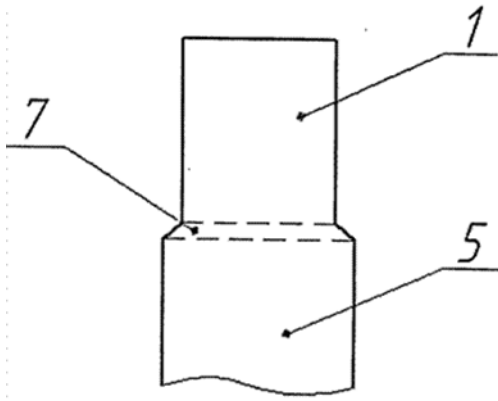
Данным изобретением решается задача создания высоконагруженной конструкции рабочего колеса компрессора из композиционного материала при значительном снижении удельной массы и повышении жесткости и прочности.

Формула изобретения

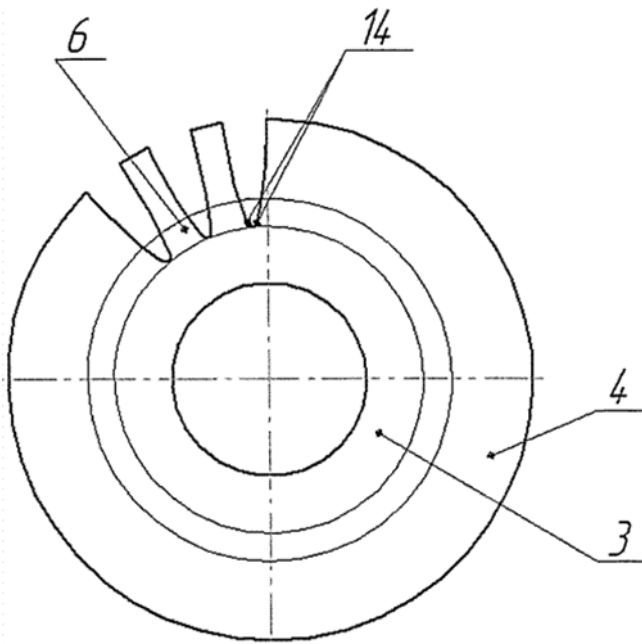
Способ изготовления из композиционного материала рабочего колеса компрессора, содержащего рабочие лопатки, опорное кольцо, передний и задний фланцы, включающий раскрой слоев композиционного материала для получения заготовки, предназначенной для формирования переднего и заднего фланцев и части опорного кольца с аэродинамическим профилем, раскрой слоев композиционного материала для лопаток, который осуществляют с обеспечением выхода за пределы контура лопаток со стороны их корневого сечения на длину, превышающую длину дуги опорного кольца между соседними лопатками, части материала, предназначенного для формирования части опорного кольца, прессование лопаток с получением со стороны корневого сечения наметки опорного кольца с сохранением части выходящего за контур лопатки материала, предназначенного для формирования части опорного кольца, в исходном состоянии, укладку в пресс-форму заготовки, предназначенной для формирования переднего и заднего фланцев и части опорного кольца, с расположением частей упомянутой заготовки в полости сепаратора пресс-формы, предназначенной для оформления переднего фланца и аэродинамического профиля опорного кольца, последующую укладку лопаток в прорези сепаратора, обеспечивающего номинальное расположение лопаток на опорном кольце, пропитку и укладку слоев материала, выходящего за контур лопаток, с обеспечением предварительного формирования опорного кольца, установку в пресс-форму эластичного пуансона, предназначенного для формирования внутренних поверхностей переднего и заднего фланцев и опорного кольца, на который укладывают слои материала для заднего фланца, установку нажимного пуансона пресс-формы, скрепление его с сепаратором и образование монолитного рабочего колеса компрессора прессованием путем подачи давления на эластичный пуансон.



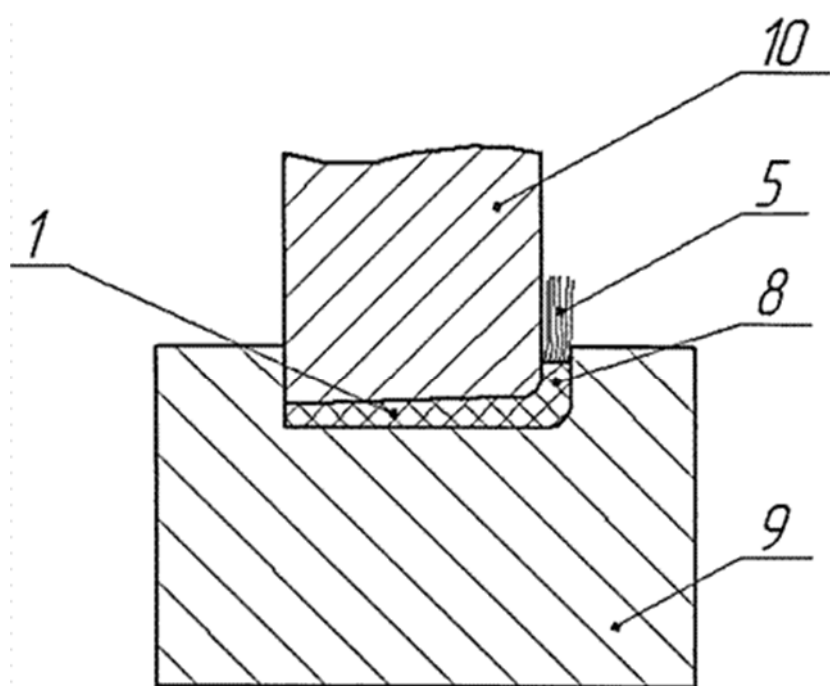
Фиг. 1



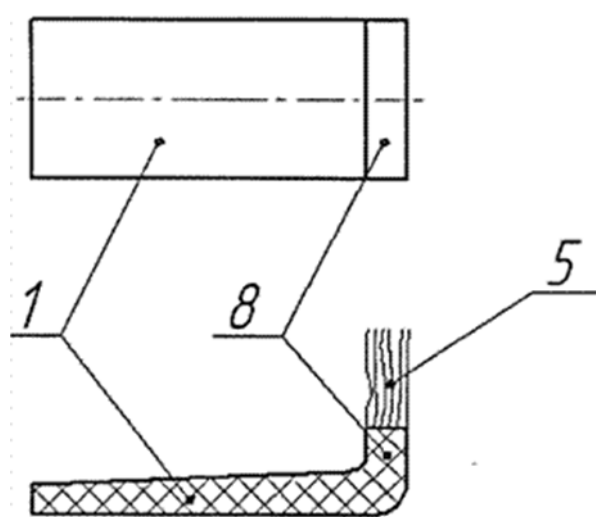
Фиг. 2



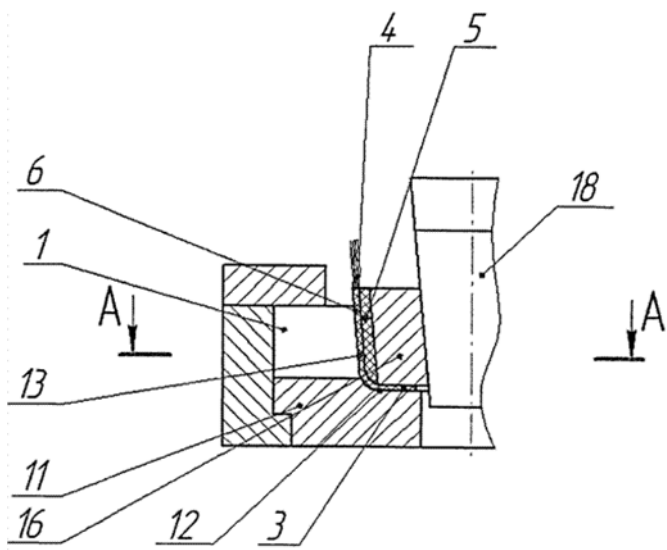
Фиг. 3



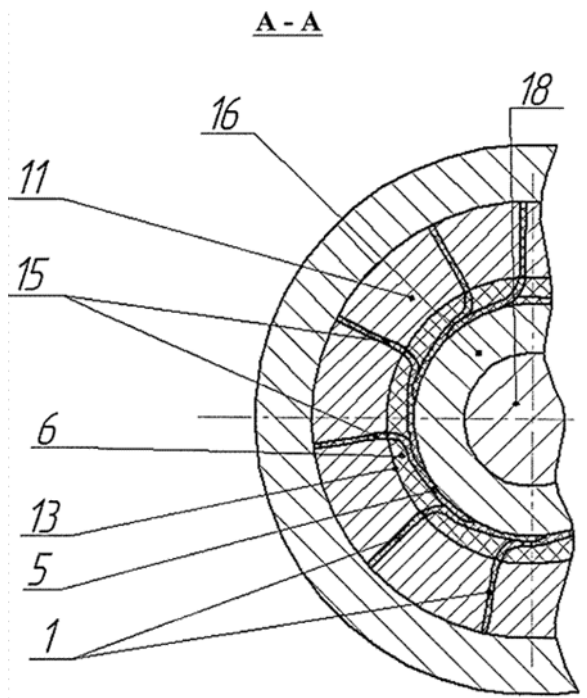
Фиг. 4



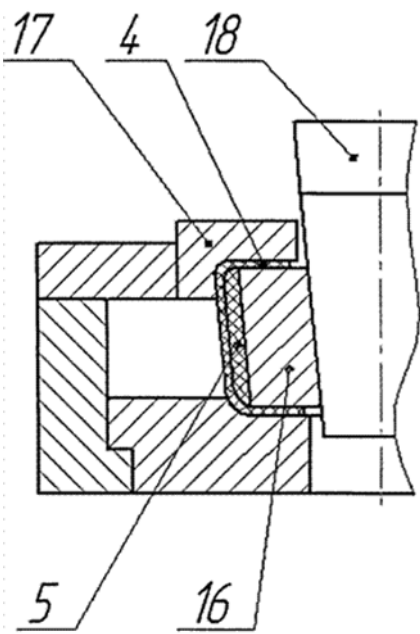
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

