

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046428**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

|                                       |               |                              |
|---------------------------------------|---------------|------------------------------|
| (45) Дата публикации и выдачи патента | (51) Int. Cl. | <i>B29C 48/12</i> (2019.01)  |
| <b>2024.03.13</b>                     |               | <i>B29C 48/00</i> (2019.01)  |
| (21) Номер заявки                     |               | <i>B29C 48/27</i> (2019.01)  |
| <b>202291138</b>                      |               | <i>B29C 48/92</i> (2019.01)  |
| (22) Дата подачи заявки               |               | <i>B29C 48/355</i> (2019.01) |
| <b>2020.10.15</b>                     |               | <i>B29C 48/90</i> (2019.01)  |
|                                       |               | <i>B29C 48/09</i> (2019.01)  |
|                                       |               | <i>B29C 48/11</i> (2019.01)  |

(54) **ЭКСТРУЗИОННОЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ЭКСТРУЗИИ**

|   |                    |
|---|--------------------|
| (31) <b>10 2019 215 876.5</b>   | (56) EP-A1-2392446 |
| (32) <b>2019.10.15</b>  | WO-A1-2018071942   |
| (33) <b>DE</b>  | DE-A1-102011007618 |
| (43) <b>2022.07.25</b>  | WO-A1-2016128829   |
| (86) <b>PCT/EP2020/079106</b>   | JP-A-2016221730    |
| (87) <b>WO 2021/074328 2021.04.22</b>                                       |                    |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:<br><b>ЭКСЕЛЛИК АУСТРИА ГМБХ (АТ)</b>  |                    |
| (72) Изобретатель:<br><b>Дизенрайтер Вольфганг, Гебесмайр<br/>Карл (АТ)</b> |                    |
| (74) Представитель:<br><b>Медведев В.Н. (RU)</b>                            |                    |

(57) Изобретение касается экструзионного устройства для полимерного профиля (10), в частности профиля с полыми камерами, имеющего экструдер (1), расположенную на выходе экструдера (1) экструзионную фильеру (2) для формирования полимерного профиля (10), причем этот полимерный профиль (10) затем направляется через калибровочное устройство (3), подключенное вытягивающее устройство (4) для полимерного профиля (10), устройство (5) поперечной резки для отделения частей экструдированного полимерного профиля (10) и взвешивающее устройство (6) для измерения веса профиля. В соответствии с изобретением предусмотрено устройство (20) для контроля профиля для регистрации, по меньшей мере, одного параметра полимерного профиля (10) в направлении (E) экструзии после выхода из экструзионной фильеры (2) и/или устройство (21) для контроля процесса для регистрации, по меньшей мере, одного параметра процесса в и/или перед экструдером (1), экструзионной фильерой (2), калибровочным устройством (2), вытягивающим устройством (4) и/или устройством (5) поперечной резки, при этом данные устройства (20) для контроля профиля и/или устройства (21) для контроля процесса могут применяться устройством (30) управления для настройки, по меньшей мере, одной регулирующей величины (S1, S2, S3, S4, S5, S6) на экструдере (1), на экструзионной фильере (2), на калибровочном устройстве (3), на вытягивающем устройстве (4) и/или на устройстве (5) поперечной резки в зависимости от этих данных. Изобретение касается также способа экструзии, вытягивающего устройства, позиционирующего устройства и калибровочного устройства.

**B1**

**046428**

**046428**

**B1**

Изобретение касается экструзионного устройства с признаками п.1 формулы изобретения и способа экструзии с признаками п.18 формулы изобретения.

Экструзионные устройства для изготовления полимерных профилей, в принципе, известны. Характерным является, что твердый полимерный материал в экструдере расплавляется и затем формируется с помощью экструзионной фильеры. Потом пластичный полимерный профиль должен упрочняться при соблюдении строгих требований к качеству, касающихся соблюдения размеров и качества поверхности, чтобы он мог нарезаться в устройстве поперечной резки.

Этот полимерный профиль может представлять собой, например, профиль с полыми камерами. Такие полимерные профили могут быть предусмотрены для изготовления оконных рам. Экструзионная фильера для формирования полимерного профиля расположена на выходе экструдера. После экструзии из выхода экструдера полимерный профиль направляется через калибровочное устройство. К этому калибровочному устройству подключено вытягивающее устройство. С помощью вытягивающего устройства в полимерный профиль может передаваться вытягивающее усилие, так чтобы полимерный профиль тянулся сквозь калибровочное устройство и при необходимости сквозь другие устройства вдоль направления экструзии. К вытягивающему устройству подключено устройство поперечной резки для отделения частей экструдированного полимерного профиля. Например, с помощью этого устройства поперечной резки возможна поперечная резка этого полимерного профиля на отрезки.

Существует задача экономического и качественного улучшения этого процесса.

Эта задача решается с помощью экструзионного устройства с признаками п.1 формулы изобретения.

Соответственно этому, может быть предусмотрено устройство для контроля профиля для регистрации по меньшей мере одного параметра полимерного профиля в направлении экструзии после выхода из экструзионной фильеры.

Дополнительно или альтернативно может быть предусмотрено устройство для контроля процесса для регистрации по меньшей мере одного параметра процесса в и/или перед экструдером, экструзионной фильерой, калибровочным устройством, вытягивающим устройством и/или устройством поперечной резки.

Данные этого устройства для контроля профиля и/или этого устройства для контроля процесса могут применяться устройством управления для настройки по меньшей мере одной регулирующей величины или набора регулирующих величин на экструдере, на экструзионной фильере, на калибровочном устройстве, на вытягивающем устройстве и/или на устройстве поперечной резки в зависимости от этих данных.

Эти данные могут создаваться, например, устройством для контроля профиля из указанного по меньшей мере одного параметра полимерного профиля. Точно так же эти данные могут создаваться устройством для контроля процесса из указанного по меньшей мере одного параметра процесса. Таким образом, эти данные могут включать в себя по меньшей мере один параметр профиля и/или по меньшей мере один параметр процесса.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр профиля представляет собой по меньшей мере одну толщину стенки, в частности толщину основной стенки, или степень наполнения полимерного профиля. Полимерный профиль может иметь одну стенку или несколько стенок, причем толщины этих стенок могут измеряться с помощью устройства для контроля профиля. Соответственно в данные, создаваемые устройством для контроля профиля, могут входить несколько толщин стенок. В частности, указанный по меньшей мере один параметр профиля может представлять собой размер полимерного профиля, например, высоту и/или ширину полимерного профиля, соответственно поперек направления экструзии. К тому же указанный по меньшей мере один параметр профиля может представлять собой по меньшей мере один параметр, касающийся усадки полимерного профиля. Усадка может представлять собой, например, уменьшение длины полимерного профиля.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр профиля представляет собой по меньшей мере один параметр, касающийся качества поверхности полимерного профиля. Это качество поверхности может определяться, например, оптическими свойствами поверхности. В частности, качество поверхности может характеризоваться цветом или окраской поверхности. Точно так же качество поверхности может характеризоваться способностью полимерного профиля полностью или частично отражать свет. В частности, указанный по меньшей мере один параметр может касаться блеска или матовости полимерного профиля. Точно так же указанный по меньшей мере один параметр профиля может представлять собой по меньшей мере один параметр, касающийся полосчатости полимерного профиля. Полосчатость может быть образована, например, неровностями, которые обычно возникают полосами, или полосовидными изменениями цвета.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр профиля представляет собой по меньшей мере один параметр отклонения формы полимерного профиля от заданной формы. Указанный определенный таким образом по меньшей мере один параметр может пониматься как разница между заданной формой полимерного профиля и формой полимерного профиля, определенной устройством для контроля профиля. Это отклонение формы может быть определено, в частности, пара-

метром кривизны и/или угловым параметром. Этот параметр кривизны может, например, указывать, насколько выпукло или вогнуто сформирована поверхность полимерного профиля. Устройство для контроля профиля может быть предназначено для того, чтобы определять, имеется ли полый или бочкообразный полимерный профиль. В частности, указанный по меньшей мере один параметр отклонения формы полимерного профиля может представлять собой степень бочкообразности полимерного профиля.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр профиля представляет собой по меньшей мере одну температуру полимерного профиля. Указанный по меньшей мере один параметр профиля может также представлять собой вес погонного метра полимерного профиля, то есть вес полимерного профиля на единицу длины, и/или качество поверхности.

Из указанного по меньшей мере одного параметра профиля устройство для контроля профиля может получать данные, которые, например, включают в себя конкретное указание указанного по меньшей мере одного параметра профиля, например, "высоту профиля", и/или при необходимости соответствующую скалярную величину, например, "62 мм".

В одном из исполнений предусмотрено оптическое устройство регистрации для толщин стенок полимерного профиля, для качества поверхности полимерного профиля и/или отклонения формы полимерного профиля. В таком исполнении указанный по меньшей мере один параметр профиля может представлять собой по меньшей мере один параметр, касающийся качества поверхности полимерного профиля. Это устройство регистрации для толщин стенок полимерного профиля в одном из исполнений может регистрировать толщины стенок с помощью звуковых волн или электромагнитного излучения. В частности, устройство регистрации может определять толщины стенок полимерного профиля с помощью ультразвуковых или терагерцовых измерений.

Далее представляются некоторые параметры процесса, которые могут применяться альтернативно или дополнительно к параметрам профиля.

Во-первых, указанный по меньшей мере один параметр процесса может представлять собой по меньшей мере один параметр качества самого полимера.

Указанный по меньшей мере один параметр процесса может также представлять собой по меньшей мере одно значение скорости полимерного профиля в экструзионном устройстве. Указанное по меньшей мере одно значение скорости полимерного профиля в экструзионном устройстве может, например, характеризовать, насколько быстро продвигается полимерный профиль вдоль направления экструзии.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр процесса представляет собой по меньшей мере одну геометрическую ориентацию калибровочного устройства и/или вытягивающего устройства на экструзионную фильеру. Указанная по меньшей мере одна геометрическая ориентация может включать в себя, например, угол и/или расстояние, на котором калибровочное устройство и/или вытягивающее устройство расположено относительно экструзионной фильеры.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр процесса представляет собой по меньшей мере одну температуру и/или давление в экструдере, в экструзионной фильере, в калибровочном устройстве и/или в вытягивающем устройстве. В одном из исполнений в экструдере, в экструзионной фильере, в калибровочном устройстве и/или в вытягивающем устройстве предусмотрено устройство для измерения температуры и/или устройство для измерения давления для измерения там соответственно температуры и/или давления.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр процесса представляет собой по меньшей мере одно измерение усилия на вытягивающем устройстве. Указанный по меньшей мере один параметр процесса может характеризовать вытягивающее усилие, которое вытягивающее устройство оказывает на полимерный профиль. Точно так же указанный по меньшей мере один параметр процесса может представлять собой по меньшей мере одно измерение скорости вытягивания. Указанный по меньшей мере один параметр процесса может характеризовать скорость вытягивания, с которой полимерный профиль продвигается через вытягивающее устройство вдоль направления экструзии.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр процесса представляет собой по меньшей мере одно измерение длины на устройстве поперечной резки. Указанный по меньшей мере один параметр процесса может характеризовать длину отрезков полимерного профиля, которые создаются на устройстве поперечной резки. Точно так же указанный по меньшей мере один параметр процесса может представлять собой по меньшей мере одно взвешивание на устройстве поперечной резки. Для указанного по меньшей мере одного взвешивания может взвешиваться отрезок полимерного профиля, который был получен на устройстве поперечной резки.

Кроме того, указанный по меньшей мере один параметр процесса может представлять собой нагрузку привода экструдера. В частности, указанный по меньшей мере один параметр процесса может представлять собой нагрузку двигателя экструдера.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина представляет собой рабочий параметр экструзионного устройства. Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой, например, регулирующую величину экструдера. На экструдере указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой, напри-

мер, настройку смеси по меньшей мере одного подводимого к экструдеру полимера. Например, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой отношение смеси для различных сортов полимеров в экструдере.

Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может точно так же представлять собой температуру экструдера. Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой, например, температуру участка экструдера, например, температуру цилиндра, в частности до или после дегазации экструдера. Кроме того, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой частоту вращения одного или нескольких экструзионных шнеков. Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой, в частности, частоту вращения привода экструдера.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина представляет собой температуру на экструзионной фильере. В одном из исполнений эта температура может настраиваться с помощью темперирующего устройства. При этом температура может настраиваться темперирующим устройством локально на область полимерного профиля. Область полимерного профиля может представлять собой, например, область поперечного сечения полимерного профиля, такую как угол, кромка или прямая.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина представляет собой поток текучей среды. Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой, например, скорость течения или объемный расход в единицу времени или температуру потока текучей среды. Этот поток текучей среды может темперировать по меньшей мере одну часть полимерного профиля. Указанная по меньшей мере одна часть полимерного профиля может представлять собой, например, область поперечного сечения полимерного профиля или область, которая распространена вдоль направления экструзии. Поток текучей среды может темперировать полимерный профиль или указанную по меньшей мере одну часть полимерного профиля внутри экструзионной фильеры и/или вне экструзионной фильеры. В частности, поток текучей среды может темперировать полимерный профиль или указанную по меньшей мере одну часть полимерного профиля по меньшей мере в одной зоне инструмента.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина представляет собой температуру калибровочного устройства. Точно так же указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой давление калибровочного устройства. Точно так же указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой температуру и давление калибровочного устройства. Это калибровочное устройство может представлять собой, в частности, сухую калибровку или мокрую калибровку. Точно так же калибровочное устройство может представлять собой сухую и мокрую калибровку. Точно так же указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой количество протекающей воды в мокрой калибровке. Соответственно указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой скорость течения или протекающее количество воды через калибровочное устройство в единицу времени. Точно так же представимо и возможно, чтобы калибровочное устройство включало в себя по меньшей мере одну сухую калибровку и/или по меньшей мере одну мокрую калибровку.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина представляет собой вакуум на калибровочном устройстве. В частности, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой вакуум на указанной по меньшей мере одной сухой калибровке или после нее. Точно так же указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой вакуум в мокрой калибровке.

В одном из вариантов осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина калибровочного устройства представляет собой изменение положения калибровочного устройства, в частности устройства для сухой калибровки, по отношению к экструзионной фильере. Например, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина калибровочного устройства может представлять собой угол и/или расстояние между калибровочной фильерой и экструзионной фильерой.

В другом варианте осуществления указанная по меньшей мере одна регулирующая величина вытягивающего устройства представляет собой скорость вытягивания и/или вытягивающее усилие. Например, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может представлять собой частоту вращения привода вытягивающего устройства или зажимное усилие, с которым вытягивающее устройство зажимает полимерный профиль.

В принципе, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может настраиваться вручную. Для этого оператор может настраивать указанную по меньшей мере одну регулирующую величину в зависимости от указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса. Для этого оператору может передаваться предложение по способу работы экструзионного устройства. Это предложение по способу работы экструзионного устройства может включать в себя предложение по меньшей мере одной регулирующей величины. Оператор может использовать вычислительное устройство для определения указанного по меньшей мере одного параметра процесса и/или указанного по меньшей мере одного параметра профиля. Точно так же оператор может

использовать вычислительное устройство для настройки указанной по меньшей мере одной регулирующей величины. Например, это вычислительное устройство может быть предназначено для того, чтобы на основе указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса отображать оператору предложение по настройке указанной по меньшей мере одной регулирующей величины. В частности, для этого на вычислительном устройстве может быть предусмотрено программное обеспечение, которое предоставляет систему ассистирования. В одном из исполнений оператор извлекает отрезок полимерного профиля в качестве образца и находит указанный по меньшей мере один параметр процесса и/или указанный по меньшей мере один параметр профиля, в частности путем замера качества. Это программное обеспечение может на основе замера качества давать предложение по оптимальному согласованию рабочих параметров.

В одном из примеров указанный по меньшей мере один параметр профиля представляет собой бочкообразность. На основании замера качества оператор может, например, находить, что эта бочкообразность слишком выпуклая. Исходя из этого, оператору, в частности с помощью программного обеспечения, в качестве предложения может передаваться снизить вакуум в калибровочном устройстве, так как из-за слишком высокого вакуума полимерный профиль избыточно растягивается. Альтернативно или дополнительно оператору в качестве предложения может передаваться уменьшить общий выпуск, например, путем синхронного снижения частоты вращения экструзионных шнеков, а также опционально или дополнительно скорости вытягивания. Альтернативно или дополнительно оператору в качестве предложения может передаваться уменьшить температуру сухой калибровки. Альтернативно или дополнительно в качестве предложения может передаваться повысить протекание воды через сухую калибровку.

В одном из вариантов осуществления указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса может регистрироваться "инлайн". В одном из исполнений "инлайн" означает, что указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса может регистрироваться непосредственно на экструзионном устройстве. Дополнительно "инлайн" может также означать, что указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса может регистрироваться во время эксплуатации экструзионного устройства. В противоположность этому, "оффлайн" может означать, что указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса может определяться вне экструзионного устройства или во время останова экструзионного устройства или вне экструзионного устройства. Эта регистрация указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса "оффлайн" может проводиться итеративно с предопределенным интервалом, в частности с интервалом в несколько часов, в частности три часа.

Например, с помощью оптического устройства регистрации может определяться "инлайн" толщина стенки полимерного профиля, качество поверхности полимерного профиля и/или отклонение формы полимерного профиля. В противоположность этому, например, толщина стенки полимерного профиля может определяться "оффлайн" путем замера полимерного профиля, например, после извлечения полимерного профиля оператором.

В одном из исполнений указанный по меньшей мере один регистрируемый "инлайн" параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один регистрируемый "инлайн" параметр процесса может автоматически применяться устройством управления для настройки по меньшей мере одного управляющего сигнала. В частности, данные указанного устройства для контроля профиля и/или указанного устройства для контроля процесса могут применяться устройством управления для автоматической настройки указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала в зависимости от этих данных. Указанный по меньшей мере один управляющий сигнал может, например, включать в себя по меньшей мере одну регулируемую величину экструдера, экструзионной фильеры, калибровочного устройства, вытягивающего устройства и/или устройства поперечной резки.

В одном из исполнений, в котором перед экструдером расположено по меньшей мере одно предвключенное устройство, указанный по меньшей мере один управляющий сигнал дополнительно или опционально может включать в себя по меньшей мере одну регулируемую величину указанного по меньшей мере одного предвключенного устройства. В частности, поэтому указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может включать в себя "инлайн" контроль качества полимерного расплава, из которого в экструдере формируется полимерный профиль, "инлайн" контроль сухой смеси полимерного расплава и/или дозирование посредством гравиметрии полимерного расплава.

Автоматическая настройка указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала может производиться в отсутствие оператора. Возможность автоматической настройки может обеспечиваться тем, что между указанным по меньшей мере одним параметром профиля и указанным по меньшей мере одним управляющим сигналом задано некоторое, в частности математическое, численное или формульное отношение. Точно так же для указанного по меньшей мере одного параметра процесса или комбинации между указанным по меньшей мере одним параметром профиля и указанным по меньшей мере одним параметром процесса может быть задано отношение к указанному по меньшей мере одному управляю-

щему сигналу.

Указанный по меньшей мере один управляющий сигнал может настраиваться автоматически в зависимости от указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса. В одном из исполнений указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса через равные промежутки передается устройству управления для настройки указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала. В частности, множество управляющих сигналов может настраиваться автоматически одновременно в зависимости от указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса. При этом можно исходить из по меньшей мере одного текущего управляющего сигнала, например, рабочей точки экструзионного устройства, и по меньшей мере одного текущего параметра процесса и/или по меньшей мере одного текущего параметра профиля, то есть, например, текущих значений качества производимых полимерных профилей. Тем самым может быть максимизировано окно процесса при эксплуатации экструзионного устройства в реальном времени. Это окно процесса может включать в себя некоторое количество или некоторый интервал возможных значений по меньшей мере одной регулирующей величины, по меньшей мере одного параметра профиля или по меньшей мере одного параметра процесса, которые идеальным образом должны учитываться для оптимизации. Большое окно процесса может обеспечивать возможность большего пространства действий при по меньшей мере одном параметре профиля, так что могут легче компенсироваться изменения параметров процесса. Благодаря этому может минимизироваться браковка полимерных профилей, имеющих нежелательные параметры профиля.

В одном из вариантов осуществления устройство управления может иметь средство для регулирования нескольких величин, при этом входными величинами служат регистрируемые параметры профиля и/или регистрируемые параметры процесса.

Устройство управления, например, управление с программируемой памятью (ПЛК), может иметь, в частности, контур регулирования для настройки указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала. Этот контур регулирования может быть, в частности, многомерным. Точно так же речь может идти об интеллектуальном многомерном контуре регулирования. Посредством контура регулирования указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса в качестве входа может быть связан с указанным по меньшей мере одним управляющим сигналом в качестве выхода.

Настройка указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала в зависимости от данных может обуславливать изменение указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса. Указанный по меньшей мере один управляющий сигнал может, в частности, настраиваться до тех пор, пока не будет достигнут по меньшей мере один желаемый параметр профиля и/или по меньшей мере один желаемый параметр процесса. Величина отклонения указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса от указанного по меньшей мере одного желаемого параметра профиля и/или от указанного по меньшей мере одного желаемого параметра процесса может применяться для задания при настройке величины изменения указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала.

Различные параметры профиля и/или параметры процесса могут подвергаться влиянию различной силы путем настройки указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала. Поэтому может задаваться по меньшей мере один коэффициент чувствительности, который указывает, как указанный по меньшей мере один управляющий сигнал коррелирует с данными устройства для контроля профиля и/или устройства для контроля процесса. То есть указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может указывать взаимосвязь между указанным по меньшей мере одним управляющим сигналом, с одной стороны, и указанным по меньшей мере одним параметром профиля и/или указанным по меньшей мере одним параметром процесса, с другой стороны.

Указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может задаваться вручную, автоматически или на основе экспертных знаний. В частности, указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может обновляться при эксплуатации. Например, устройство управления может быть предназначено для того, чтобы по воздействию изменения указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала на указанный по меньшей мере один параметр процесса и/или указанный по меньшей мере один параметр профиля рассчитывать по меньшей мере один оптимизированный коэффициент чувствительности. В этой связи устройство управления может быть обучаемым.

В одном из вариантов осуществления устройство управления имеет средство для машинного обучения, которое автоматически находит модель, в частности для регулирования нескольких величин, для нахождения взаимосвязей между указанным по меньшей мере одним параметром профиля, упрочненном волокнами параметром процесса и указанной по меньшей мере одной регулирующей величиной. В частности, это средство для машинного обучения может находить указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности.

Указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может находиться, например, следующим способом: на первом этапе экструзионное устройство эксплуатируется в рабочей точке при

первом значении указанной по меньшей мере одной регулирующей величины, и собирается первый набор данных устройства для контроля профиля и/или устройства для контроля процесса. На втором этапе экструзионное устройство эксплуатируется при втором значении указанной по меньшей мере одной регулирующей величины, которое отличается от первого значения, и собирается второй набор данных устройства для контроля профиля и/или устройства для контроля процесса. При необходимости этот второй этап повторяется многократно, при этом второе значение может быть выше или ниже первого значения и, в частности, варьируется на основе правила. На третьем этапе из первого набора и указанного по меньшей мере одного второго набора данных определяется взаимосвязь между указанной по меньшей мере одной регулирующей величиной и данными. Эта взаимосвязь может включать в себя степень корреляции между указанной по меньшей мере одной регулирующей величиной и указанным по меньшей мере одним параметром процесса и/или указанным по меньшей мере одним параметром профиля.

Взаимосвязь может выражаться, например, коэффициентной матрицей, которая присваивает каждой комбинации указанной по меньшей мере одной регулирующей величины с указанным по меньшей мере одним параметром профиля и/или указанным по меньшей мере одним параметром процесса некоторую степень корреляции. Например, производительность экструдера при постоянном весе профиля может положительно коррелировать с бочкообразностью, в то время как скорость вытягивания отрицательно коррелирует с бочкообразностью и почти не коррелирует с нагрузкой привода экструдера.

Итак, указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может представлять собой коэффициентную матрицу, которая указывает, как изменяется указанный по меньшей мере один параметр процесса и/или указанный по меньшей мере один параметр профиля, то есть, в частности, качество полимерного профиля, как только изменится указанная по меньшей мере одна регулирующая величина, то есть, в частности, рабочий параметр.

С помощью средства для машинного обучения указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности может дополнительно согласовываться при эксплуатации экструзионного устройства, чтобы можно было более точно предсказывать, как будет изменяться указанный по меньшей мере один параметр процесса и/или указанный по меньшей мере один параметр профиля, как только изменится указанная по меньшей мере одна регулирующая величина.

В одном из вариантов осуществления предусмотрена система имитации, с помощью которой может имитироваться воздействие изменения указанного по меньшей мере одного управляющего сигнала на указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса. Эта система имитации может быть предназначена для того, чтобы путем имитации определять указанный по меньшей мере один коэффициент чувствительности и передавать в устройство управления.

В одном из вариантов осуществления устройство управления предназначено для того, чтобы при эксплуатации с использованием указанного по меньшей мере одного коэффициента чувствительности определять указанную по меньшей мере одну регулируемую величину для достижения по меньшей мере одного желаемого параметра профиля и/или по меньшей мере одного желаемого параметра профиля. Указанная по меньшей мере одна регулирующая величина может, в частности, определяться из по меньшей мере одной текущей регулирующей величины, в частности текущих рабочих параметров, и из указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса, в частности текущих значений качества. То есть оптимизированные рабочие параметры, которые создают оптимизированные значения качества, могут определяться из текущих рабочих параметров и текущих значений качества на основании знания о взаимосвязи между изменением рабочих параметров и изменением значений качества.

В одном из исполнений устройство управления предназначено для того, чтобы задавать желаемый интервал для указанного по меньшей мере одного параметра профиля и/или указанного по меньшей мере одного параметра процесса. Устройство управления может, в частности, иметь средство для проведения математической оптимизации набора регулирующих величин при по меньшей мере одном дополнительном условии относительно значения указанного по меньшей мере одного параметра профиля, указанного по меньшей мере одного параметра процесса и/или указанной по меньшей мере одной регулирующей величины этого набора регулирующих величин. Это по меньшей мере одно дополнительное условие может выражаться, например, в виде штрафной функции (penalty).

Устройство управления может производить математическую оптимизацию указанной по меньшей мере одной регулирующей величины или набора регулирующих величин, например, при том условии, что указанный по меньшей мере один параметр профиля, указанный по меньшей мере один параметр процесса, по меньшей мере одна другая регулирующая величина и/или по меньшей мере одна регулирующая величина этого набора регулирующих величин лежит в желаемом интервале.

При оптимизации набора регулирующих величин, имеющего по меньшей мере одну регулируемую величину и по меньшей мере одну другую регулируемую величину, например, указанная по меньшей мере одна другая регулирующая величина должна лежать в желаемом интервале. Тогда указанная по меньшей мере одна другая регулирующая величина должна включаться в оптимизацию с отношением к себе самой 1 к 1.

В принципе, отношение между оптимизируемой по меньшей мере одной регулирующей величиной

и указанным по меньшей мере одним параметром профиля и/или указанным по меньшей мере одним параметром процесса может быть задано указанным по меньшей мере одним коэффициентом чувствительности.

Устройство управления может для математической оптимизации применять способ оптимизации при по меньшей мере одном дополнительном условии. Это дополнительное условие может задаваться, например, в виде штрафной функции. Эта штрафная функция может быть симметричной. Например, для интеграции веса и/или оптимизации толщины стенки полимерного профиля штрафная функция может быть также асимметричной. Штрафная функция может содержать, например, сигмоидальную функцию, в частности функцию  $p_a(x)=1/(1+e^{-x})$ .

В одном из осуществлений предусмотрено чистящее устройство, которое предназначено для того, чтобы вводить в калибровочное устройство чистящее средство для удаления, в частности, мягких отложений, которые скапливаются со временем, в зависимости от состава материала экструдированного полимерного профиля, на стальной поверхности внутри калибровочного устройства. Эти отложения приводят по мере продолжительности производства к ухудшению качества поверхности экструдированного полимерного профиля, а также нарушают сам процесс экструзии, например, вследствие приклеивания полимерного профиля к отложению и застревания при этом определенных секций профиля, чем обуславливаются брак и производственные простои.

Управление чистящим устройством может осуществляться, например, с помощью устройства управления, в частности возможно его автоматическое регулирование по времени и количеству и/или ручное управление оператором. Чистящее средство может вводиться автоматически или с predetermined промежутками. Чистящее средство может быть жидким или газообразным.

Чистящее средство может, например, напыляться на полимерный профиль, причем тогда оно втягивается в зазор между калибровочным устройством и полимерным профилем. Но оно может также вводиться на калибровочное устройство и/или в поточный канал.

Вследствие движения полимерного профиля в направлении экструзии чистящее средство вводится/втягивается в калибровочное устройство и очищает там стальную поверхность внутри калибровочного устройства.

Чистящее устройство в одном из вариантов осуществления может иметь по меньшей мере одну плоскоструйную форсунку, с помощью которой небольшие количества чистящего средства тонко распыляются при малом давлении, так что не возникает повреждения полимерного профиля и вместе с тем также брака во время процесса чистки.

Одно из наиболее плоских возможных осуществлений плоскоструйной форсунки обеспечивает возможность гибкого размещения в узком зазоре между форсункой и калибровочным устройством. Скос на выходе распылительной форсунки направляет распыляемую струю в направлении калибровочного устройства, но не в направлении форсунки, во избежание негативного влияния на нее. Распыление обеспечивает возможность нанесения чистящего средства на полимерный профиль из всех углов (снизу/сверху/сбоку). Чистящее устройство может привертываться и/или крепиться к калибровочному устройству магнитами. Чистящее устройство может быть интегрировано также непосредственно в калибровку.

В одном из исполнений по сигналу блока управления проводится автоматическая чистка устройств, в частности калибровочных устройств. Точно так же с чистящим устройством может быть связано устройство для измерения налета для инициирования чистки устройства, в частности калибровочных устройств или инструментов экструзионного устройства, в зависимости от измеренной степени загрязнения.

Чистящее устройство может наносить или разбрасывать чистящее средство, в частности напылять.

В частности, чистящее средство может наноситься в виде тонкой пленки на поверхность полимерного профиля, в частности посредством щелей или карманов в калибровочном устройстве, так чтобы чистящее средство могло транспортироваться увлекающим течением вместе с полимерным профилем. Тем самым может достигаться эффективная чистка.

Как упомянуто, чистящее средство может наноситься, например, с помощью форсунки, такой как плоскоструйная форсунка. Но альтернативно или дополнительно возможно также, чтобы чистящее средство чистящего устройства могло наноситься на полимерный профиль через пористую поверхность, в частности с помощью вставки из пористого агломерата в калибровочном устройстве.

При этом может быть целесообразно, чтобы чистящее средство целенаправленно могло выпускаться на одностенную, в частности отстоящую секцию полимерного профиля или весь периметр профиля.

Улучшенное чистящее действие может достигаться, когда чистящее средство может наноситься с интервалами. Устройство управления может управлять временами интервалов и количествами.

Кроме того, задача решается с помощью способа с признаками п.23 формулы изобретения.

Задача решается также с помощью втягивающего устройства с признаками п.24 формулы изобретения. Для приближения к новому полимерному профилю это втягивающее устройство может вдвигаться в экструзионное устройство против направления экструзии. Втягивающее устройство может иметь по меньшей мере одно тянущее средство, такое как при необходимости оптимизированную по усилию втягивающую штангу, втягивающий ремень, полосу из пружинной стали и/или трос. В частности, предста-

вимы и возможны комбинации тянущих средств. Применение указанного по меньшей мере одного тянущего средства обеспечивает возможность передачи тянущего усилия в полимерный профиль уже при выходе из экструзионной фильеры экструзионного устройства. При этом может сразу создаваться тянущее усилие для калибровки. Втягивающее устройство может иметь присоединительный элемент для присоединения к полимерному профилю. Полимерный профиль может соединяться с присоединительным элементом после выхода из экструзионной фильеры. Присоединительный элемент может быть соединен с указанным по меньшей мере одним тянущим средством с помощью связующего элемента. В частности, присоединительный элемент может представлять собой зажимное устройство. Присоединительный элемент может сниматься или отсоединяться от связующего элемента. После соединения присоединительного элемента с полимерным профилем может запускаться процесс приближения. С помощью втягивающего устройства полимерный профиль может тянуться через все экструзионное устройство, в частности включая калибровочное устройство, втягивающее устройство, а также устройство поперечной резки.

Присоединительный элемент может быть выполнен для того, чтобы охлаждать полимерный профиль. Присоединительный элемент может быть, например, металлическим для достаточного предварительного охлаждения полимерного профиля. В частности, присоединительный элемент может быть изготовлен из алюминия или латуни. Присоединительный элемент может изготавливаться способом 3D-печати.

Присоединительный элемент может иметь присоединительный участок для соединения с полимерным профилем. Присоединительный элемент может быть соединен с полимерным профилем с геометрическим замыканием и/или с силовым замыканием. Например, присоединительный элемент может иметь систему зубьев, которая с геометрическим замыканием врезается в полимерный профиль. В частности, присоединительный элемент может быть выполнен в виде клещей. Полимерный профиль может быть установлен в зеве присоединительного элемента с геометрическим замыканием и/или с силовым замыканием. Система зубьев может быть расположена на зеве. В одном из исполнений система зубьев расположена наискосок к направлению экструзии, так что система зубьев фиксирует полимерный профиль в направлении тяги. Когда тянущего усилия нет, присоединительный элемент может отсоединяться от полимерного профиля путем простого раскрытия зева. В частности, зев может иметь две зажимные губки, между которыми может зажиматься полимерный профиль.

Присоединительный элемент может также иметь связующий участок для соединения со связующим элементом. Этот связующий участок может быть выполнен для соединения с геометрическим и/или с силовым замыканием со связующим элементом. В частности, связующий участок может иметь две ручки клещей, которые предусмотрены для приведения в действие зажимных губок на присоединительном элементе. Выступы на ручках клещей в закрытом положении, в котором полимерный профиль может зажиматься зажимными губками, могут прилегать друг к другу для образования выемки. Связующий элемент может иметь выступ, на котором может устанавливаться эта выемка для соединения с геометрическим замыканием. В открытом положении присоединительного элемента выступы могут быть разделены, так что присоединительный элемент может соединяться со связующим элементом только в закрытом положении.

Указанный по меньшей мере один тянущий элемент может наматываться на наматывающий элемент или свертываться на свертывающее устройство втягивающего устройства, чтобы тянуть полимерный профиль через экструзионное устройство.

Далее описывается автоматический процесс приближения. После демонтажа экструзионного инструмента и повторного монтажа нового инструмента на экструзионной линии не обязательно гарантирована возможность достаточно точного воспроизведения относительного положения между экструзионной фильерой и сухой калибровкой. Может быть предусмотрено позиционирующее устройство для обеспечения возможности, в частности автоматического, точного и воспроизводимого, нахождения и/или создания относительного положения между экструзионной фильерой и калибровочным устройством. Это позиционирующее устройство может быть механическим устройством. Позиционирование может осуществляться, в частности, посредством сенсоров. Например, позиционирующее устройство может включать в себя по меньшей мере один сенсор. Позиционирующее устройство может иметь, например, щуповой штифт, щуповой конус и/или технику для лазерного измерения. Другие сенсоры могут обнаруживать и при необходимости сообщать о правильной сборке экструзионной фильеры и/или сухой калибровки.

В одном из исполнений указанный по меньшей мере один параметр процесса для процесса приближения настраивается автоматически. Указанный по меньшей мере один параметр процесса может, в частности, представлять собой одно или несколько из: вакуум в мокрой калибровке, скорость в вытягивающем устройстве, давление прижатия в вытягивающем устройстве, частота вращения экструзионных шнеков и/или температура в калибровочном устройстве.

Посредством устройства для измерения профиля может измеряться положение внутренних ребер полимерного профиля. Система замера профиля может быть расположена между мокрой калибровкой и вытягивающим устройством или (дополнительно или опционально) ниже по потоку от вытягивающего устройства. На системе замера профиля могут быть предусмотрены сенсоры и/или клапаны, которые

регулируют опорный воздух в экструзионной фильере. Заданные объемные потоки воздуха могут вдвигаться в определенные полые камеры профиля, в частности, для разъединения при приближении внутренних ребер, которые склеены, и/или обеспечения "инлайн" соблюдения размеров внутренней области полимерного профиля.

Как только указанный по меньшей мере один параметр профиля и/или указанный по меньшей мере один параметр процесса, в частности все параметры профиля и процесса, находятся в пределах заданного допуска, и/или профиль оценивается как хороший, автоматически или по сигналу оператора с помощью устройства управления может ставиться виртуальная маркировка профиля и, например, визуализироваться на дисплее устройства управления для отображения информации. Посредством устройства поперечной резки в этом месте от полимерного профиля автоматически отпиливается образец профиля. По скорости вытягивания может рассчитываться, когда эта виртуальная маркировка профиля достигнет устройства поперечной резки. Виртуальная маркировка профиля может включать в себя, например, время  $t$ , которое проходит маркированный профиль до устройства поперечной резки. Это время  $t$  может рассчитываться по скорости  $v_a$ , с которой полимерный профиль тянется через экструзионное устройство, и известному участку  $s_b$ , который проходит полимерный профиль от проставления виртуальной маркировки профиля до устройства поперечной резки с помощью формулы  $t=s_b/v_a$ . Процесс приближения может заканчиваться отпиливанием образца профиля. После этого может возобновляться производство.

В одном из исполнений предусмотрено динамометрическое устройство, которое измеряет усилие вытягивания и/или распознает проскальзывание полимерного профиля в вытягивающем устройстве. Это динамометрическое устройство может быть предназначено для того, чтобы соответственно согласовывать давление прижатия. В одном из вариантов динамометрическое устройство связано с устройством управления для передачи устройству управления измеренных значений вытягивающего усилия и/или значения проскальзывания. Устройство управления может быть предназначено для того, чтобы соответственно согласовывать давление прижатия на базе заданного или измеренного посредством измерительного устройства "инлайн" коэффициента трения и измеренного вытягивающего усилия.

В одном из исполнений предусмотрено устройство для измерения налета внутри калибровочного устройства, которое предназначено для того, чтобы распознавать налеты, прилипающие к калибровке вследствие истирания экструдата и/или взаимодействия с окружающей средой (вода/воздух). В одном из вариантов это устройство для измерения налета связано с устройством управления для передачи устройству управления измеренной степени налетов.

На примерных вариантах осуществления устройство контроля и система контроля описываются с помощью фигур. При этом показано:

- фиг. 1: схематичное изображение экструзионного устройства вместе с устройством управления;
- фиг. 2А и 2В: виды сечений калибровочного устройства;
- фиг. 3: графическое изображение симметричной штрафной функции;
- фиг. 4: графическое изображение асимметричной штрафной функции;
- фиг. 5: вид вытягивающего устройства;
- фиг. 6: вид присоединительного элемента;
- фиг. 7: вид вытягивающего устройства, которое расположено на экструзионном устройстве;
- фиг. 8: вид связующего элемента;
- фиг. 9: вид одного из исполнений подвижного элемента;
- фиг. 10: виды одного из исполнений подвижного элемента;
- фиг. 11: виды одного из исполнений присоединительного элемента;
- фиг. 12: поперечное сечение калибровочного устройства, через которое тянется вытягивающее устройство; и
- фиг. 13: вид одного из исполнений связующего элемента;
- фиг. 14: показано схематичное изображение чистящего устройства, имеющего плоскоструйную форсунку;
- фиг. 15: показан конструктивный элемент, имеющий два чистящих устройства;
- фиг. 16: показан вид сечения двух конструктивных элементов, имеющих четыре чистящих устройства.

На фиг. 1 изображена схематичная конструкция собственно известного экструзионного устройства, при этом направление  $E$  экструзии проходит здесь слева направо.

Из экструдера 1 гомогенный расплав в настраиваемом количестве при необходимой температуре нагнетается в последующую экструзионную фильеру 2. В экструдере, например, расплавляется полимерный гранулят (один или же несколько сортов полимера), при этом пластичный, высоковязкий полимерный расплав нагнетается экструзионными шнеками в направлении экструзионной фильеры 2.

Экструзионная фильера 2 формирует под давлением поступающий полимерный расплав с получением желаемой формы поперечного сечения, а именно, полимерного профиля, в частности полимерного профиля с полыми камерами. В и/или на экструзионной фильере могут быть предусмотрены темперирующие устройства, с помощью которых, например, готовый полимерный профиль может охлаждаться после выхода из экструзионной фильеры 2. Возможно также, чтобы темперирующее устройство охлаж-

дало и/или нагревало формирующийся полимерный профиль внутри экструзионной фильеры.

Калибровочное устройство 3 принимает приходящий из экструзионной фильеры 2, еще термопластично деформируемый полимерный профиль 10 и фиксирует его путем охлаждения в желаемых размерах.

Охлаждение осуществляется в калибровочном устройстве 3 в мокрой калибровке и/или сухой калибровке. При мокрой калибровке тепловая энергия отводится водой, которая приводится в контакт с полимерным профилем 10.

Вытягивающее устройство 4 подключено к калибровочному устройству 3, причем полимерный профиль 10 тянется при этом обычно с помощью тянуще-захватного устройства.

После вытягивающего устройства 4 в направлении Е экструзии расположено устройство 5 поперечной резки, в котором непрерывно создаваемый полимерный профиль 10, например, пилой, нарезается на заданный размер.

Взвешивающее устройство 6, которое подключено к устройству 5 поперечной резки, обеспечивает возможность взвешивания каждого отдельного куска профиля в текущем процессе экструзии.

Результатом должен быть обычно полимерный профиль 10, свойства материала которого, поверхность которого и соблюдение внутренних и наружных размеров которого должны удовлетворять заданные требования.

Далее описываются варианты осуществления управления или регулирования, которые могут это обеспечивать.

При этом устройство 20 для контроля профиля служит для регистрации по меньшей мере одного параметра полимерного профиля 10 после выхода из экструзионной фильеры 2. Это означает, что свойство полимерного профиля 10 регистрируется на пути между экструзионной фильерой 2, калибровочным устройством 3, вытягивающим устройством 4,

устройством 5 поперечной резки, взвешивающим устройством 6 и/или по меньшей мере в одном из данных устройств 3, 4, 5, 6. Для этого могут служить, например, сенсоры, которые ориентированы на соответствующее свойство полимерного профиля 10.

Наряду с по меньшей мере одним параметром профиля с помощью устройства 21 для контроля процесса дополнительно или альтернативно регистрируется еще по меньшей мере один параметр процесса в и/или перед экструдером 1, экструзионной фильерой 2, калибровочным устройством 3, вытягивающим устройством 4, устройством 5 поперечной резки и/или взвешивающим устройством 6. При этом регистрация может также осуществляться в устройствах 1, 2, 3, 4, 5, 6 и/или на пути полимерного профиля между устройствами 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Устройство 20 для контроля профиля и устройство 21 для контроля процесса здесь изображены отдельно, при этом они могут быть интегрированы также в вычислительное устройство.

Затем данные устройства 20 для контроля профиля и/или устройства 21 для контроля процесса применяются устройством 30 управления для настройки по меньшей мере одной регулирующей величины S1, S2, S3, S4, S5, S6 экструдера 1, экструзионной фильеры 2, калибровочного устройства 3, вытягивающего устройства 4, устройства 5 поперечной резки и/или взвешивающего устройства 6 в зависимости от этих данных.

Таким образом, здесь имеется структура регулирования нескольких величин, в которой получают входные данные полимерного профиля 10 и/или узлов 1, 2, 3, 4, 5, 6 экструзионного устройства. При этом не обязательно, чтобы всегда все входные и выходные величины связывались друг с другом.

Устройство 30 управления располагает средством, с помощью которого входные данные преобразуются путем расчета в регулирующие величины S1, S2, S3, S4, S5, S6. Это средство может представлять собой, например, закон регулирования (например, ПИД(пропорционально-интегрально-дифференциальный)-регулятор, регулятор на базе модели), который жестко связывает вход с выходом, т.е. регулирующей величиной S1, S2, S3, S4, S5, S6. Но это средство может также иметь более сложную модель, у которой многие входы связаны со многими выходами, т.е. регулируемыми величинами S1, S2, S3, S4, S5, S6. Такая модель может задаваться в виде расчетной модели и/или в виде самообучающейся модели, например, в рамках машинного обучения.

Далее сначала подробнее остановимся на некоторых параметрах профиля. Так, например, с помощью оптического сенсора (например, камеры и обработки изображений) может регистрироваться толщина стенки полимерного профиля. Причем эта толщина стенки может представлять собой наружную стенку, а также стенку полой камеры.

Точно так же с помощью оптического сенсора может находиться по меньшей мере один параметр, касающийся качества поверхности, в частности цвета, блеска, полосчатости, шероховатости и/или блеск. Это может осуществляться, например, между каждыми узлами 1, 2, 3, 4, 5, 6, так как здесь полимерный профиль 10 хорошо доступен.

С помощью сенсора, например, камеры, может регистрироваться по меньшей мере один параметр отклонения формы полимерного профиля 10 от заданной формы. Например, с помощью обработки изображений может, в частности, находиться параметр кривизны и/или угловой параметр, который представляет отклонение от нормы.

С помощью инфракрасного передатчика может также находиться еще по меньшей мере одна температура полимерного профиля 10, причем в целях доступности и это измерение целесообразным образом осуществляется между узлами 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Далее представляются параметры процесса, которые могут применяться альтернативно или дополнительно к параметрам профиля.

Скорость полимерного профиля 10 определяется скоростью вытягивания вытягивающего устройства 4.

Система камер или другой оптический сенсор может также применяться для того, чтобы гарантировать по меньшей мере одну правильную геометрическую ориентацию калибровочного устройства 3 и/или вытягивающего устройства 5 на экструзионную фильеру 2. Когда, например, центрирование полимерного профиля 10 отклоняется от нормального значения, это приводит, например, к перегибам, скручиваниям и напряжениям в материале.

Для правильного охлаждения, в частности в калибровочном устройстве 4, может измеряться, например, по меньшей мере одно значение температуры и/или значение давления в экструдере 4, в экструзионной фильере 2, в калибровочном устройстве 3 и/или в вытягивающем устройстве 4, так как вдоль экструдированного профиля 10, как правило, должен настраиваться predetermined профиль температуры.

На вытягивающем устройстве 4 может измеряться, например, вытягивающее усилие, пробуксовка и/или скорость вытягивания, так как эти параметры имеют влияние на весь полимерный профиль 10.

Параметрами, которые могут регистрироваться на устройстве 5 поперечной резки, являются длины и/или масса отделенных полимерных профилей 10.

На взвешивающем устройстве 6 может находиться вес отрезанных по длине кусков профиля.

Таким образом, этот вариант осуществления имеет массу параметров, которые могут служить входными величинами для устройства 30 управления. При этом следует учитывать, что, конечно, не в каждом случае все входные величины должны измеряться одновременно. Могут применяться отдельные количества параметров профиля и/или параметров процесса.

Затем в устройстве 30 управления эти входные значения могут применяться для определения регулирующих величин S1, S2, S3, S4, S5, S6. И здесь не обязательно, чтобы применялись все возможные регулирующие величины S1, S2, S3, S4, S5, S6.

Далее некоторые регулирующие величины описываются подробнее. Регулирующей величиной экструдера 1 является настройка смеси подводимого к экструдеру 1 полимера. Эта регулирующая величина S1 может применяться, например, для компенсации констатируемых отклонений качества полимера и/или цвета. Также температура и/или частота вращения экструзионных шнеков в экструдере имеют влияние на вид образуемого полимерного профиля 10.

Для экструзионной фильеры 2 целесообразной регулирующей величиной S2 может быть, например, по меньшей мере одна температура. При этом не обязательно подразумевается усредненная температура по экструзионной фильере 2 или поперечному сечению полимерного профиля 10. Более того, с помощью надлежащих темперирующих устройств на и/или в экструзионной фильере 2 может целенаправленно оказываться влияние на части полимерного профиля 10. Температура в экструзионной фильере 2 имеет влияние на вязкость полимера и вместе с тем на скорость течения.

В калибровочном устройстве есть ряд регулирующих величин S3, которые имеют влияние на термический режим. Так, например, может регулироваться температура и/или протекание воды в одном или нескольких местах. Применение давления в качестве регулирующей величины S3 имеет влияние на форму полимерного профиля 10. Но с помощью регулирующих величин S3 можно также настраивать геометрические параметры, при этом, например, указанная по меньшей мере одна регулирующая величина S3 калибровочного устройства 3 представляет собой автоматическое изменение позиционирования по меньшей мере одной калибровочной фильеры по отношению к экструзионной фильере 2. Тем самым могут компенсироваться ошибки ориентации между калибровочным устройством 3 и экструзионной фильерой 2.

В вытягивающем устройстве 4 указанная по меньшей мере одна регулирующая величина S4 может влиять на скорость вытягивания и/или давление прижатия.

В показанном на фиг. 2А и 2В примере осуществления калибровочное устройство 3 предназначено для того, чтобы обеспечивать возможность регистрации степени наполнения стенок полимерных профилей, в частности сплошных профилей. На калибровочном устройстве 3 при эксплуатации образован зазор между внутренней поверхностью проема 30 калибровочного устройства 3, сквозь который проходит полимерный профиль 10, и полимерным профилем 10. Калибровочное устройство 3 предназначено также для того, чтобы направлять в этот зазор газообразную среду. Эта газообразная среда направляется в зазор через проход 31, выходя из источника 32 газообразной среды, такого как, например, воздушная форсунка.

Проход 31 может быть расположен, как изображено на фиг. 2А, в переднем в направлении экструзии или, как изображено на фиг. 2В, в заднем в направлении экструзии участке сухой калибровки. В принципе, проход 31 может быть также расположен в среднем участке калибровочного устройства 3.

Газообразная среда может также направляться в проем через множество проходов.

Газообразная среда отсасывается и/или улетучивается из сухой калибровки через вакуумные каналы, например, через переднее втяжное отверстие. Давление подпора газообразной среды зависит от величины зазора. Если зазор сужается, то давление подпора в среде возрастает. Это означает, что стенка полимерного профиля толще. То есть степень наполнения больше. Давление подпора определяется путем измерения давления в подводящем трубопроводе при постоянном объемном потоке газообразной среды.

Вероятность застревания полимерного профиля в сухой калибровке зависит от размера зазора. При малом зазоре вероятность застревания больше, чем при большом зазоре. Степень наполнения регистрируется с помощью устройства для контроля профиля при необходимости на основе давления подпора. Устройство управления применяет эти данные и предназначено для того, чтобы выполнять одно или несколько из следующего: (i) инициирование тревоги, (ii) настройка регулирующей величины S4 на вытягивающем устройстве 4 в зависимости от степени наполнения, например, заставить вытягивающее устройство 4 вытягивать полимерный профиль быстрее или медленнее, или заставить калибровочное устройство 3 двигаться назад в направлении экструзии.

Благодаря регистрации степени наполнения сокращается опасность застревания полимерного профиля между экструзионной фильерой и сухой калибровкой. Благодаря этому может сокращаться производство брака, то есть полимерных профилей, имеющих нежелательные параметры профиля. Кроме того, снижается риск необходимости прерывания производства для технического обслуживания экструзионного устройства.

На фиг. 3 показано изображение штрафной функции в виде функции  $p\_s(x) = 1/(1+e^{-((a-x)*sh*((a-x)+pn)}) + 1/(1+e^{-((x-b)*sh*((x-b)+pn)})$ . Эта функция является симметричной. Параметры a и b указывают границы желательного интервала для по меньшей мере одной регулирующей величины, по меньшей мере одного параметра процесса или по меньшей мере одного параметра профиля. Параметр sh означает строгость дополнительного условия, которое описывается штрафной функцией, в пределах этих границ. Параметр pn означает коэффициент значимости дополнительного условия. В математическом смысле sh означает подъем функции p\_s в границах a, b, a pn высоту, на которую поднимается p\_s в границах a, b. В изображенном примере осуществления желаемый интервал расположен между значениями -5 и 5. Штраф для значений x, которые лежат вне желаемого интервала, лежит на высоте pn, равной 100, подъем sh составляет 2. Такая штрафная функция может использоваться, например, для задания желаемого интервала для вакуума в калибровочном устройстве или бочкообразности полимерного профиля. Такая функция может быть, в частности, пригодна для задания как можно большего разрешенного интервала для выбора указанной по меньшей мере одной регулирующей величины, указанного по меньшей мере одного параметра процесса или указанного по меньшей мере одного параметра профиля, так чтобы окно процесса было как можно больше. Целью является минимальный вес профиля при максимальном выпуске, минимальном браке, а также минимальном расходе энергии.

На фиг. 4 показан другой вариант осуществления штрафной функции p\_a(x). Эта функция является ассимметричной. Параметры a и b указывают границы желательного интервала по меньшей мере одной регулирующей величины, по меньшей мере одного параметра процесса или по меньшей мере одного параметра профиля. Подъем на границах в настоящем примере осуществления различен. При этом значения x, которые лежат ниже границы a, штрафуются сильнее (то есть не применяются или меньше учитываются при оптимизации), чем значения, которые лежат выше границы b. То есть оптимизация при таком дополнительном условии осуществляется скорее в том отношении, задаются значения выше границы a. Такое дополнительное условие может быть пригодным, в частности, для толщины стенки или веса погонного метра полимерного профиля, так как толщина стенки и вес погонного метра не могут падать ниже определенной минимальной нижней границы, но большие значения, в принципе, могут быть приемлемы. Кроме того, минимум лежит вблизи нижней границы, так что эта функция может применяться для оптимизации расхода материала.

На фиг. 5 показан вид втягивающего устройства 7 на калибровочном устройстве 3, имеющего наматывающий элемент 70, на который может наматываться выполненное в виде троса гибкое тянущее средство 71. На этом гибком тянущем средстве 71 расположено жесткое тянущее средство 72, которое выполнено в виде штанги. Эта штанга 72 расположена на связующем элементе 73. Этот связующий элемент 73 соединен с присоединительным элементом 74. Присоединительный элемент 74 соединен с полимерным профилем 10, который тянется втягивающим устройством 7 через калибровочное устройство 3.

На фиг. 6 показан вид присоединительного элемента 74. Присоединительный элемент 74 включает в себя две части клещей, которые могут соединяться друг с другом в виде клещей, так что зев 7410 присоединительного элемента 74 может открываться путем подобного ножницам движения этих двух частей клещей друг относительно друга. На присоединительном участке 741, которые предусмотрен для присоединения к полимерному профилю 10, на каждой части клещей расположена система 740 зубьев. Присоединительный элемент 74 имеет также связующий участок 742, который предусмотрен для соединения со связующим элементом 73. На связующем участке 742 для каждой части клещей расположен выступ 7421, 7422, причем эти выступы частей клещей примыкают друг к другу в закрытом состоянии присое-

динительного элемента 74.

На фиг. 7 показан вид втягивающего устройства 7, которое расположено на экструзионном устройстве. Это втягивающее устройство 7 было вдвинуто против направления экструзии в калибровочное устройство 3, так что присоединительный элемент 74 втягивающего устройства 7 выступает из калибровочного устройства 3 для присоединения полимерного профиля 10 к втягивающему устройству 7.

На фиг. 8 показан вид связующего элемента 73. Этот связующий элемент 73 имеет выступ 730, на котором может устанавливаться присоединительный элемент 74. Кроме того, на связующем элементе 73 предусмотрены два выреза 731, в которые могут вставляться крылья 751 подвижного элемента 75. В принципе, на связующем элементе 73 может быть предусмотрен по меньшей мере один вырез 731 для подвижного элемента 75.

На фиг. 9 показан вид одного из исполнений подвижного элемента 75. Этот подвижной элемент 75 служит для присоединения к связующему элементу 73 для простого продвижения связующего элемента 73 через калибровочное устройство 3 или другое устройство экструзионного устройства против направления Е экструзии. Подвижной элемент 75 перед процессом втягивания полимерного профиля 10 снимается со связующего элемента 73. После этого навешивается присоединительный элемент 74. Подвижной элемент 75 имеет гнездо 750, в которое может закладываться выступ 730 присоединительного элемента 74. Кроме того, подвижной элемент 75 имеет два крыла 751, которые предусмотрены для того, чтобы вставляться в вырезы 731 на присоединительном элементе 74, так чтобы присоединительный элемент 74 и подвижной элемент 75 были соединены с геометрическим замыканием в направлении против направления экструзии.

На фиг. 10 показаны другие виды одного из исполнений подвижного элемента 75.

На фиг. 11 показаны виды одного из исполнений присоединительного элемента 74 и экструдированный полимерный профиль 10, к которому может присоединяться присоединительный элемент 74.

На фиг. 12 показано поперечное сечение калибровочного устройства 3, через которое тянется втягивающее устройство 7.

На фиг. 13 показан вид одного из исполнений связующего элемента 73. На этом связующем элементе 73 расположено жесткое тянущее средство 72.

На фиг. 14 показано схематичное изображение чистящего устройства 80, имеющего плоскоструйную форсунку 81. С его помощью может создаваться, например, струя чистящего средства заданной ширины и направления, которая, в частности, не ухудшает еще мягкую поверхность полимерного профиля 3. Такое чистящее устройство 80 может быть частью системы, с помощью которой чистящее средство может вводиться в калибровочное устройство 3 или может соединяться с ним (см. фиг. 16) для удаления с него мягких отложений, которые со временем, в зависимости от состава материала экструдированного полимерного профиля 10, скапливаются на стальной поверхности внутри калибровочного устройства 3.

Чистящее устройство 80 снабжается не только чистящим средством, но и сигналами устройства 30 управления. При этом может, в частности, осуществляться регулирование струи по времени или количеству, при этом чистящее средство может иметь жидкость, газ или смесь из того и другого. Одна из возможностей управления заключается в том, что чистящее средство наносится с интервалами. Когда чистящее средство наносится в виде тонкой пленки, оно может втягиваться в зазор между калибровочным устройством и полимерным профилем и осуществлять там чистку.

На фиг. 15 показан конструктивный элемент 82, который может соединяться с не изображенным здесь калибровочным устройством 3, имеющий два чистящих устройства 80, при этом верхнее чистящее устройство 80' выпускает чистящее средство струей вверх, нижнее чистящее устройство 80'' выпускает струей вниз. Чистящее устройство 80 выполнено здесь с плоскоструйной форсункой 81, при этом, в принципе, могут применяться и другие виды форсунок, например, имеющие круглое поперечное сечение.

Выпускаемые струи чистящего средства точнее изображены на фиг. 16, при этом два конструктивных элемента 82 снабжены схематично изображенным калибровочным устройством 3, имеющим всего четыре чистящих устройства 80, которые также снова имеют плоскоструйные форсунки. Эти конструктивные элементы 82 расположены по обеим сторонам поточного канала для полимерного профиля 10.

В изображенном здесь варианте осуществления осуществляется нанесение чистящего средства целенаправленно на одностенные секции профиля, при этом на фиг. 16 соответственно изображены контуры в поточном канале. Эти одностенные секции профиля могут также несколько отстоять от полимерного профиля 10. При этом чистящее средство в увлекающем течении может втягиваться в зазор между полимерным профилем 10 и калибровочным устройством 3 (здесь указано прямоугольной поверхностью).

У чистящего устройства 80' сверху справа на фиг. 16 изображен подводный трубопровод чистящего средства, которое здесь выпускается вверх. У трех других чистящих устройств 80 графически указаны только направления выпуска струи.

В принципе, могут также применяться больше или меньше чистящих устройств 80.

## Список ссылочных обозначений

1 Экструдер,  
 2 Экструзионная фильера,  
 3 Калибровочное устройство,  
 30 Зазор,  
 4 Вытягивающее устройство,  
 5 Устройство поперечной резки,  
 6 Взвешивающее устройство, 10 Полимерный профиль,  
 20 Устройство для контроля профиля,  
 21 Устройство для контроля процесса,  
 30 Устройство управления,  
 7 Вытягивающее устройство,  
 70 Наматывающий элемент,  
 71 Гибкое тянущее средство,  
 72 Жесткое тянущее средство,  
 73 Связующий элемент,  
 730 Выступ,  
 731 Вырез,  
 74 Присоединительный элемент,  
 740 Система зубьев,  
 741 Присоединительный участок,  
 7410 Зев,  
 7411 Зажимная губка,  
 7412 Зажимная губка,  
 742 Связующий участок,  
 7421 Выступ,  
 7422 Выступ,  
 75 Вдвигной элемент,  
 750 Гнездо,  
 751 Крыло,  
 80 Чистящее устройство,  
 81 Плоскоструйное сопло,  
 82 Конструктивный элемент,  
 a, b Граница,  
 sh Строгость,  
 pn Высота,  
 E Направление экструзии.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Экструзионное устройство для полимерного профиля (10), имеющее экструдер (1), расположенную на выходе экструдера (1) экструзионную фильеру (2) для формирования полимерного профиля (10), калибровочное устройство (3), через которое этот полимерный профиль (10) поступает после экструзионной фильеры (2), подключенное после калибровочного устройства (3) вытягивающее устройство (4) для полимерного профиля (10) и устройство (5) поперечной резки для отделения частей экструдированного полимерного профиля (10), имеющее

устройство (20) для контроля профиля для регистрации, по меньшей мере, одного параметра полимерного профиля (10) в направлении (E) экструзии после выхода из экструзионной фильеры (2) и/или

устройство (21) для контроля процесса для регистрации, по меньшей мере, одного параметра процесса в и/или перед экструдером (1), экструзионной фильерой (2), калибровочным устройством (2), вытягивающим устройством (4) и/или устройством (5) поперечной резки,

при этом данные устройства (20) для контроля профиля и/или устройства (21) для контроля процесса применимы устройством (30) управления экструзионного устройства для настройки, по меньшей мере, одной регулирующей величины (S1, S2, S3, S4, S5, S6) или набора регулирующих величин (S1, S2, S3, S4, S5, S6) на экструдере (1), на экструзионной фильере (2), на калибровочном устройстве (3), на вытягивающем устройстве (4) и/или на устройстве (5) поперечной резки в зависимости от этих данных, причем устройство (30) управления имеет средство для проведения математической оптимизации набора регулирующих величин (S1, S2, S3, S4, S5, S6) при, по меньшей мере, одном дополнительном условии относительно значения указанного, по меньшей мере, одного параметра профиля, указанного, по меньшей мере, одного параметра процесса и/или указанной, по меньшей мере, одной регулирующей величины (S1, S2, S3, S4, S5, S6) набора регулирующих величин (S1, S2, S3, S4, S5, S6),

отличающееся тем, что указанное, по меньшей мере, одно дополнительное условие выражено в ви-

де штрафной функции.

2. Экструзионное устройство по п.1, отличающееся тем, что указанный, по меньшей мере, один параметр профиля представляет собой

по меньшей мере, одну толщину стенки полимерного профиля (10);

по меньшей мере, один параметр, касающийся качества поверхности, в частности цвета, блеска и/или полосчатости полимерного профиля (10);

по меньшей мере, один параметр отклонения формы полимерного профиля (10) от заданной формы, в частности параметр кривизны и/или угловой параметр;

по меньшей мере, одну толщину основной стенки полимерного профиля (10) и/или

по меньшей мере, один вес погонного метра полимерного профиля (10).

3. Экструзионное устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что калибровочное устройство (3) имеет проем, через который полимерный профиль (10) проходит сквозь калибровочное устройство (3), причем между полимерным профилем (10) и внутренней поверхностью проема образован зазор, и калибровочное устройство (3) выполнено и предназначено для направления газообразной среды в этот зазор и изменения давления подпора газообразной среды, причем давление подпора газообразной среды зависит от величины зазора, так что для устройства (20) для контроля профиля на основе давления подпора регистрируется степень наполнения в качестве параметров профиля.

4. Экструзионное устройство по одному из предыдущих пп.1-3, отличающееся тем, что предусмотрено оптическое устройство регистрации для толщин стенок полимерного профиля (10), для качества поверхности полимерного профиля (10) и/или отклонения формы полимерного профиля (10).

5. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанный, по меньшей мере, один параметр процесса представляет собой

по меньшей мере, одну нагрузку двигателя экструдера (1);

по меньшей мере, одну геометрическую ориентацию калибровочного устройства (3) и/или вытягивающего устройства (5) на экструзионную фильеру (2);

по меньшей мере, одну температуру и/или давление в экструдере (1), в экструзионной фильере (2), в калибровочном устройстве (3) и/или в вытягивающем устройстве (4);

по меньшей мере, одно измерение усилия на вытягивающем устройстве (4) и/или измерение скорости вытягивания и/или

по меньшей мере, одно измерение длины и/или одно взвешивание на устройстве (5) поперечной резки.

6. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S1) на экструдере (1) представляет собой настройку смеси, по меньшей мере, одного подводимого к экструдеру (1) полимерного материала, температуру и/или частоту вращения экструзионных шнеков.

7. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S2) на экструзионной фильере (2) представляет собой температуру, настраиваемую темперирующим устройством, в частности т настраиваемую локально на область полимерного профиля (10).

8. Экструзионное устройство по п.7, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S2) представляет собой поток текучей среды, который темперирует, по меньшей мере, одну часть полимерного профиля (10) внутри экструзионной фильеры (2) и/или вне экструзионной фильеры (2).

9. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S3) на калибровочном устройстве (3) представляет собой температуру и/или давление, в сухой и/или мокрой калибровке и/или количество протекающей воды в мокрой калибровке.

10. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S3) на калибровочном устройстве (3) представляет собой изменение положения, по меньшей мере, одного устройства для сухой калибровки по отношению к экструзионной фильере (2).

11. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанная, по меньшей мере, одна регулирующая величина (S4) на вытягивающем устройстве (4) представляет собой скорость вытягивания и/или вытягивающее усилие.

12. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что указанный, по меньшей мере, один регистрируемый "инлайн" параметр профиля и/или параметр процесса предназначен для автоматического применения устройством (30) управления для настройки, по меньшей мере, одного управляющего сигнала (S), или экструзионное устройство предназначено и предусмотрено для передачи оператору предложения по способу работы экструзионного устройства.

13. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что устройство (30) управления имеет средство для регулирования нескольких величин, при этом входными величинами служат регистрируемые параметры профиля и/или регистрируемые параметры

процесса.

14. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что устройство (30) управления имеет средство для машинного обучения, которое автоматически находит модель, в частности для регулирования нескольких величин, для нахождения взаимосвязей между указанным, по меньшей мере, одним параметром профиля, указанным, по меньшей мере, одним параметром процесса и указанной, по меньшей мере, одной регулирующей величиной (S1, S2, S3, S4, S5, S6).

15. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что предусмотрено, по меньшей мере, одно чистящее устройство (80) для выпуска чистящего средства, в частности плоскоструйная форсунка (81).

16. Экструзионное устройство по п.15, отличающееся тем, что управление или регулирование выпуска чистящего средства осуществляется устройством (30) управления.

17. Экструзионное устройство, по меньшей мере, по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что предусмотрено позиционирующее устройство для нахождения и/или создания относительно положения между экструзионной фильерой (2) и калибровочным устройством (3), причем предусмотрено механическое устройство для создания относительного положения и/или сенсорное устройство для нахождения относительного положения, которое имеет щуповой штифт, щуповой конус и/или технику для лазерного измерения.

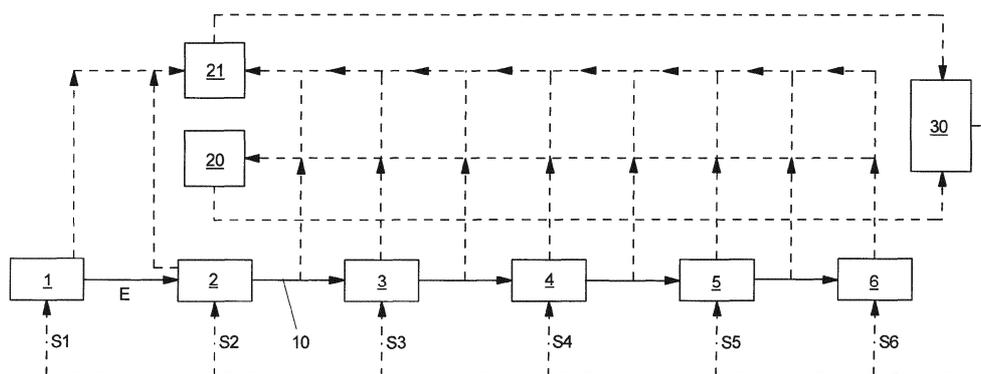
18. Способ экструзии полимерного профиля (10) с помощью экструдера (1) расположенной на выходе экструдера (1) экструзионной фильеры (2) для формирования полимерного профиля (10), причем этот полимерный профиль (10) затем направляют через калибровочное устройство (3), подключенное после него вытягивающее устройство (4) для полимерного профиля (10) и устройство (5) поперечной резки для отделения частей экструдированного полимерного профиля (10), включающий

а) регистрацию, по меньшей мере, одного параметра полимерного профиля (10) в направлении (E) экструзии после выхода из экструзионной фильеры (2) с помощью устройства (20) для контроля профиля и/или регистрацию, по меньшей мере, одного параметра процесса в и/или перед экструдером (1), экструзионной фильерой (2), калибровочным устройством (2), вытягивающим устройством (4) и/или устройством (5) поперечной резки с помощью устройства (21) для контроля процесса, при этом

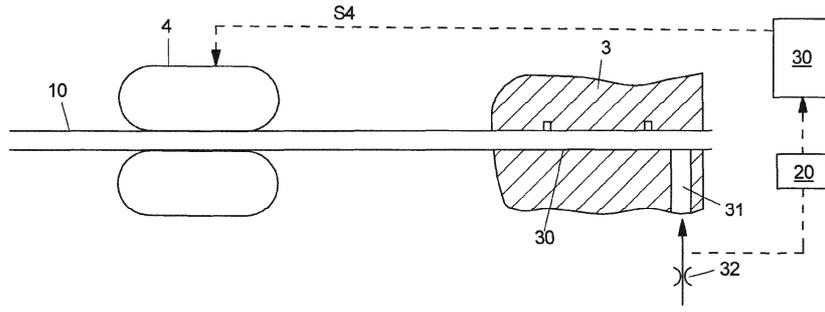
б) данные устройства (20) для контроля профиля и/или устройства (21) для контроля процесса применяют в устройстве (30) управления для настройки, по меньшей мере, одной регулирующей величины (S1, S2, S3, S4, S5, S6) на экструдере (1), на экструзионной фильере (2), на калибровочном устройстве (3), на вытягивающем устройстве (4) и/или устройстве (5) поперечной резки в зависимости от этих данных, и причем

с) устройство (30) управления математически оптимизирует набор регулирующих величин (S1, S2, S3, S4, S5, S6) при, по меньшей мере, одном дополнительном условии относительно значения указанного, по меньшей мере, одного параметра профиля, указанного, по меньшей мере, одного параметра процесса и/или указанной, по меньшей мере, одной регулирующей величины (S1, S2, S3, S4, S5, S6) набора регулирующих величин (S1, S2, S3, S4, S5, S6),

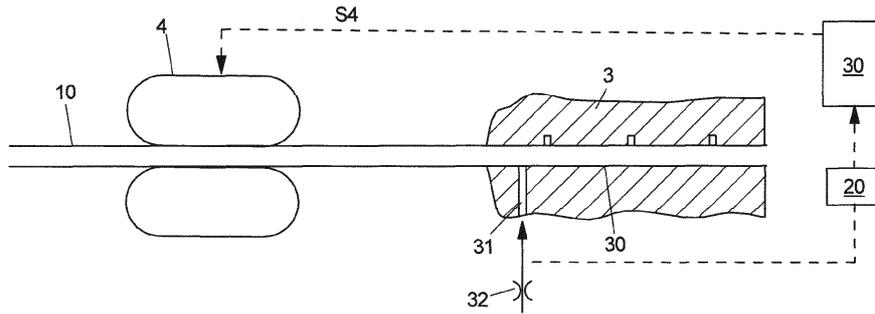
отличающийся тем, что указанное, по меньшей мере, одно дополнительное условие выражается в виде штрафной функции.



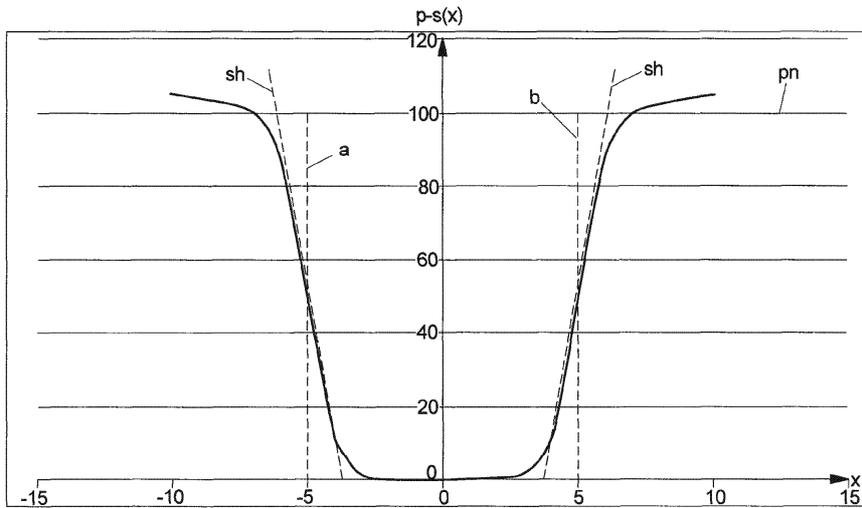
Фиг. 1



Фиг. 2А

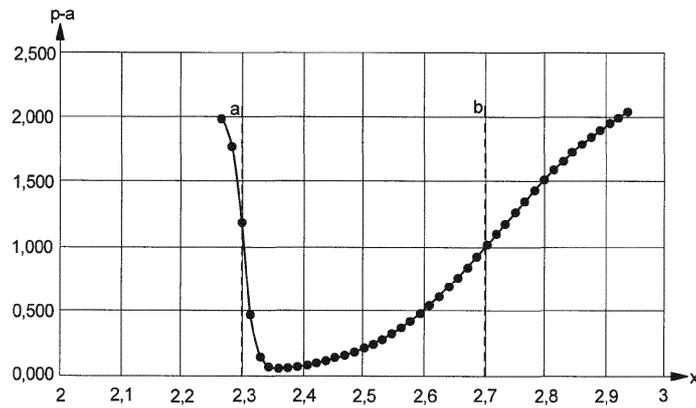


Фиг. 2В

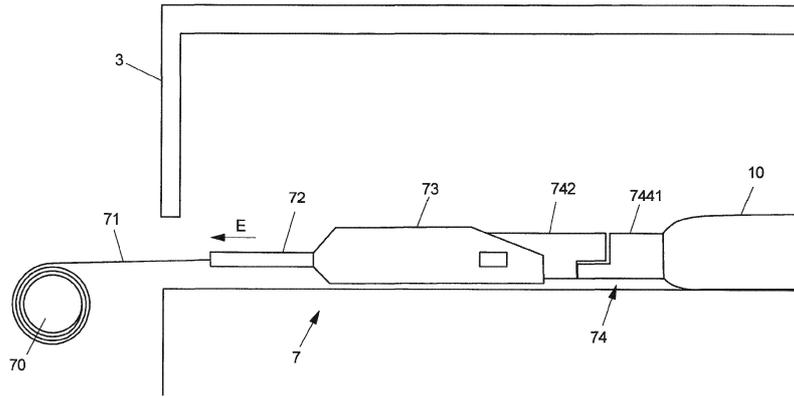


$$\text{penalty}(x) = \frac{1}{1+e^{-[(a-x) \cdot \text{sh} \cdot ((a-x) + pn)]}} + \frac{1}{1+e^{-[(x-b) \cdot \text{sh} \cdot ((x-b) + pn)]}}$$

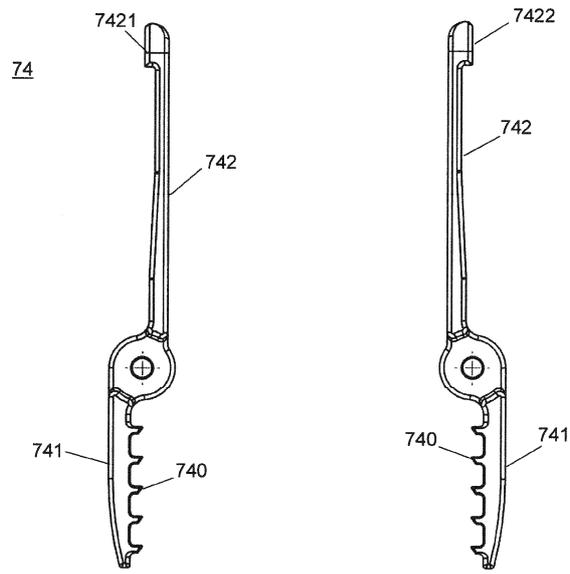
Фиг. 3



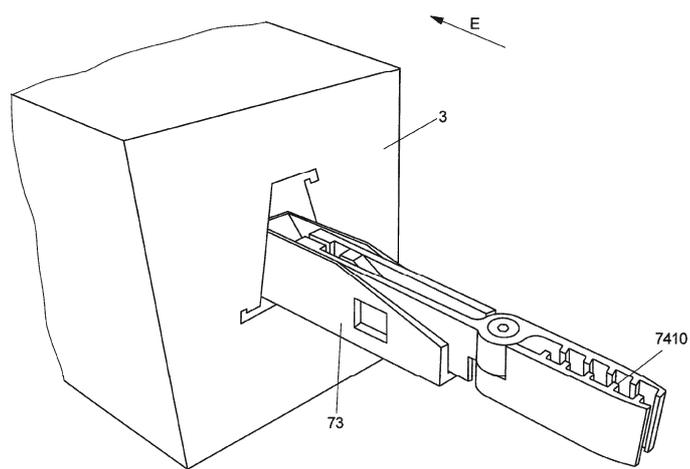
Фиг. 4



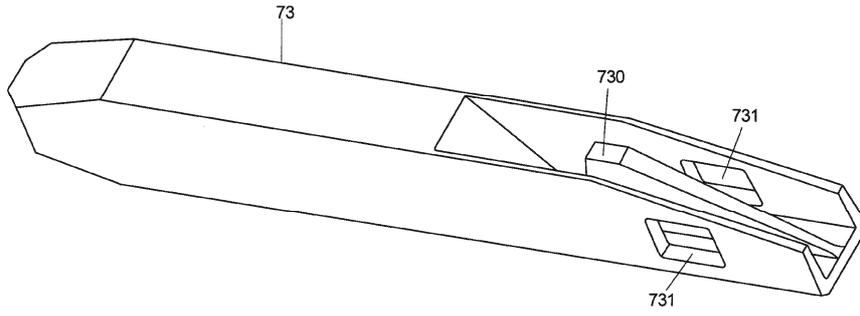
Фиг. 5



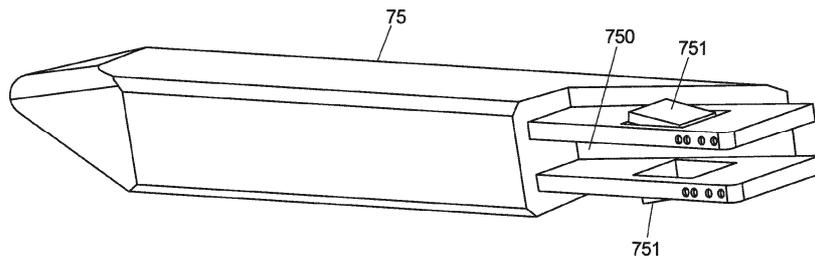
Фиг. 6



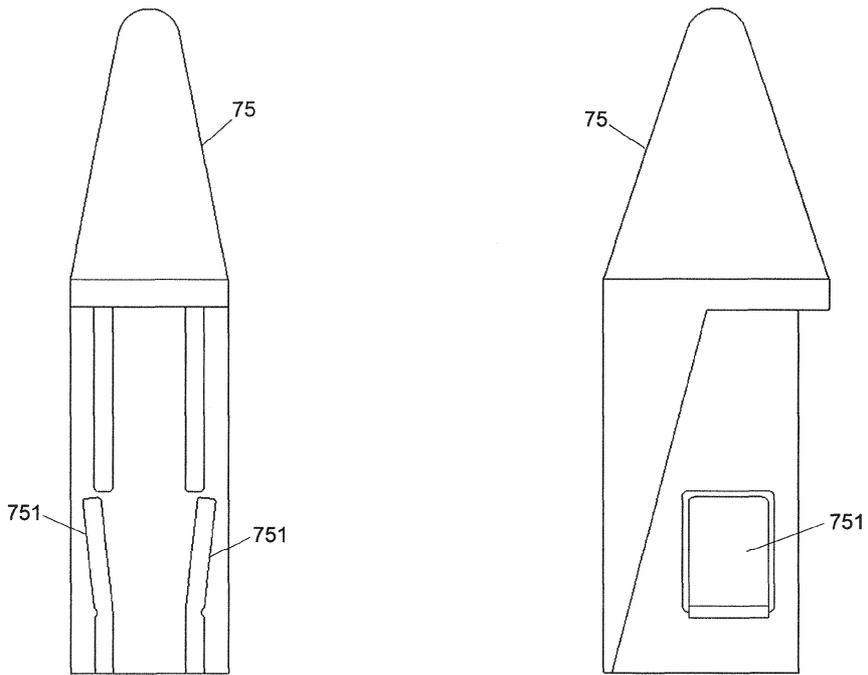
Фиг. 7



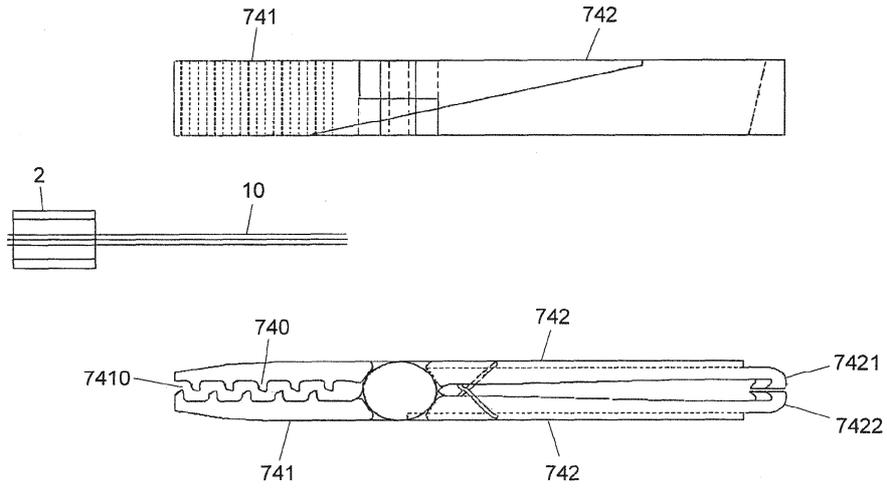
Фиг. 8



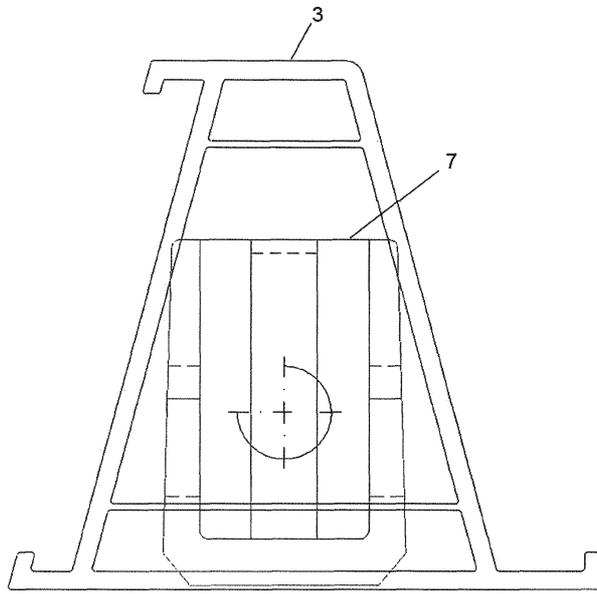
Фиг. 9



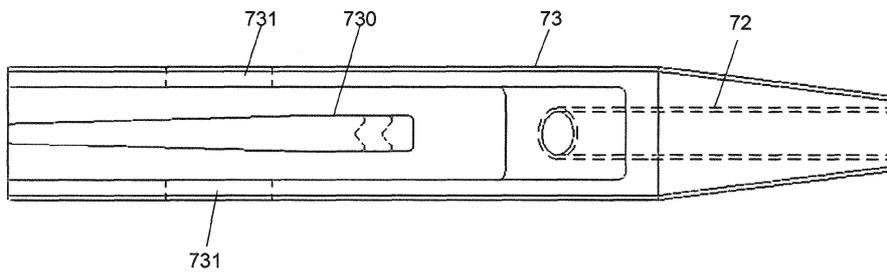
Фиг. 10



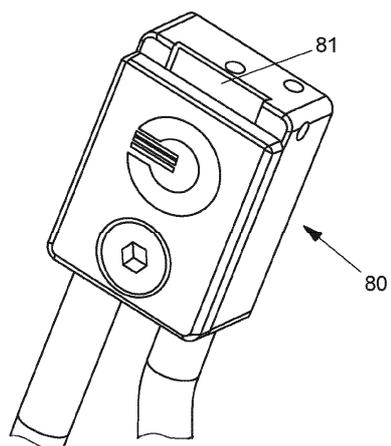
Фиг. 11



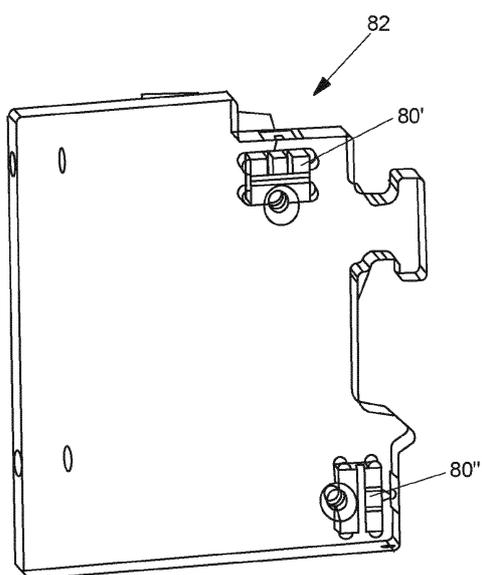
Фиг. 12



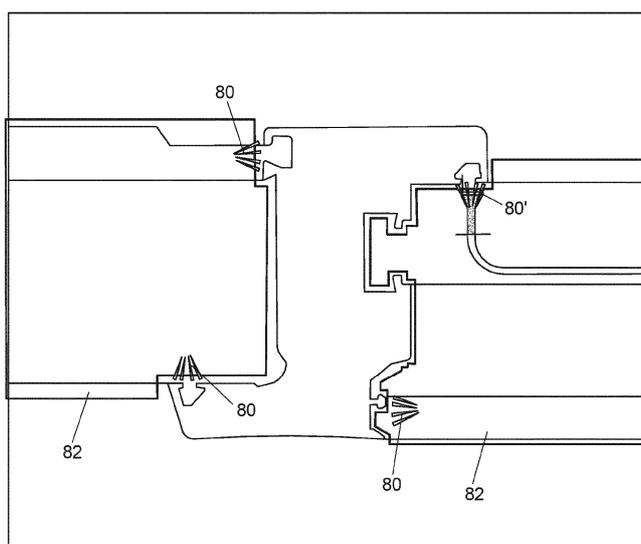
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

