



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 228 935** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 08 F 2/01, 10/02, B 01 J**
19/24, B 01 F 5/06

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

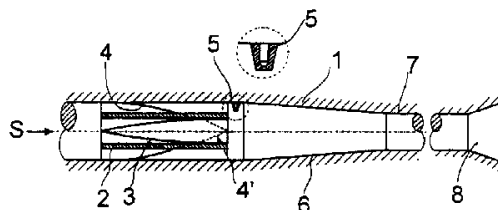
(21), (22) Заявка: 2002100202/04, 02.06.2000
(24) Дата начала действия патента: 02.06.2000
(30) Приоритет: 10.06.1999 DE 19926223.3
(43) Дата публикации заявки: 10.09.2003
(46) Дата публикации: 20.05.2004
(56) Ссылки: US 3721126 A, 20.03.1973.
SU 778199 A, 07.02.1987.
WO 96/35506 A1, 14.11.1996.
US 5397179 A, 14.03.1995.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 10.01.2002
(86) Заявка РСТ: EP 00/05047 (02.06.2000)
(87) Публикация РСТ: WO 00/77055 (21.12.2000)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Большая Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", Е.В.Томской

(72) Изобретатель: МЕЛИНГ Франк-Олаф (DE), ДАИСС Андреас (DE), ГРООС Георг (DE), ВЕЛЬФЕРТ Андреас (DE)
(73) Патентообладатель: БАЗЕЛЛЬ ПОЛИОЛЕФИНЕ ГМБХ (DE)
(74) Патентный поверенный: Томская Елена Владимировна

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ГОМО- И СОПОЛИМЕРОВ ЭТИЛЕНА ИНТЕНСИВНЫМ СМЕШИВАНИЕМ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ КОМПОНЕНТОВ РЕАКЦИИ С ПРОТЕКАЮЩЕЙ ТЕКУЧЕЙ СРЕДОЙ

(57) Изобретение относится к способу получения гомо- и сополимеров этилена в трубчатом реакторе. Способ осуществляют при давлении более 1000 бар и температурах в области 120-350°C радикальной полимеризацией, при котором к протекающей текучей среде, содержащей этилен, регулятор молярной массы и, в случае необходимости, полиэтилен, сначала добавляют небольшие количества инициатора радикальной цепной реакции, после чего происходит полимеризация. Протекающую текучую среду сначала разделяется на два текущих отдельно друг от друга объемных элемента, после чего эти протекающие отдельно друг от друга объемные элементы посредством подходящих струйных элементов смешивают при противоположном вращении и объединяют в единую протекающую текучую среду. В момент объединения или вскоре после объединения противоположно

вращаемых текущих объемных элементов в область раздела между противоположно вращаемыми текущими объемными элементами, испытывающую сдвиг, подают инициатор радикальной цепной реакции. Предлагается также и устройство для осуществления этого способа. Способ согласно изобретению позволяет улучшить выход реактора в расчете на добавленное количество инициатора радикальной цепной реакции, с улучшенным качеством производимого полиэтилена. 2 с. и 12 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 табл.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 228 935** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **C 08 F 2/01, 10/02, B 01 J**
19/24, B 01 F 5/06

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002100202/04, 02.06.2000
 (24) Effective date for property rights: 02.06.2000
 (30) Priority: 10.06.1999 DE 19926223.3
 (43) Application published: 10.09.2003
 (46) Date of publication: 20.05.2004
 (85) Commencement of national phase: 10.01.2002
 (86) PCT application:
 EP 00/05047 (02.06.2000)
 (87) PCT publication:
 WO 00/77055 (21.12.2000)
 (98) Mail address:
 129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja, 25,
 str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij
 i Partnery", E.V.Tomskoj

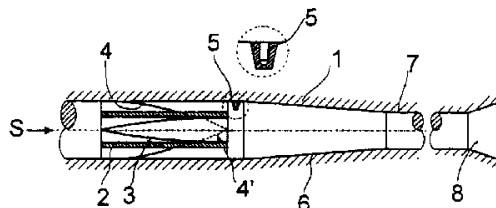
(72) Inventor: MELING Frank-Olaf (DE),
 DAISS Andreas (DE), GROOS Georg
 (DE), VEL'FERT Andreas (DE)
 (73) Proprietor:
 BAZELL' POLIOLEFINE GMBKh (DE),
 (74) Representative:
 Tomskaja Elena Vladimirovna

(54) **METHOD OF PRODUCING ETHYLENE HOMO- AND COPOLYMERS THROUGH INTENSIVELY MIXING REACTIVE REACTION PARTICIPANTS WITH FLOWING FLUID**

(57) Abstract:

FIELD: polymer production. SUBSTANCE: method is implemented in tubular reactor at pressure above 1000 bar and temperature between 120 and 350 C. Polymerization proceeds according to free-radical type wherein small amounts of radical chain reaction initiator are initially added to flowing fluid containing ethylene, molecular weight regulator, and (if needed) polyethylene. Fluid is first divided into two separately flowing volume elements, which are further mixed together by means of appropriate jet elements imposing opposite sense rotation to give a single flowing fluid. At the moment of and shortly after joining oppositely rotated flowing volume

elements, radical chain reaction initiator is added into interface region between the two volume elements. Invention also propose apparatus for implementation of the method. EFFECT: increased productivity of reactor taking into account added amount of reaction initiator and improved quality of produced polymer. 4 cl, 1 dwg, 1 tbl, 6 ex



RU 2 228 935 C2

RU 2 228 935 C2

Данное изобретение относится к способу получения гомо- и сополимеров этилена в трубчатом реакторе при давлении более 1000 бар и температурах в области 120-350°C радикальной полимеризацией, при котором к протекающей текучей среде, содержащей этилен, регулятор молярной массы и, в случае необходимости, полиэтилен, сначала добавляют небольшие количества инициатора радикальной цепной реакции, после чего происходит полимеризация.

Полимеризация под высоким давлением представляет собой испытанный способ получения полиэтилена низкой плотности (LDPE), который осуществляется с большим успехом во всем мире в многочисленных установках промышленного масштаба. Начало полимеризации при полимеризации под высоким давлением обычно инициируется кислородом воздуха, пероксидом, другими образующими радикалы веществами или смесью этих веществ. На практике оказалось предпочтительным начинать реакцию полимеризации в нескольких участках внутри реактора "одновременно" и тем самым поддерживать выход реактора высоким, а качество продукта на равномерно высоком уровне. Для этого применяемые для инициации полимеризации инициаторы радикальной цепной реакции должны добавляться подходящим образом к реакционной среде.

Эффективность выбранного инициатора радикальной цепной реакции зависит от того, как быстро он в конкретном случае смешивается с предоставляемой реакционной средой. Для этого в установках промышленного масштаба при получении полиэтилена высокого давления используют так называемые инжекционные пальцы. В EP-A 0449092 описано, как при помощи инициаторов радикальной цепной реакции типа инжекционного пальца, далее называемых также инициаторами, смеси инициаторов или растворы инициаторов в органических растворителях вводятся дозированным образом в нескольких местах вдоль реактора.

Улучшение смешивания вводимых дозированно инициаторов и связанное с ним улучшение качества продукта могло достигаться также повышением скорости потока в зонах смешивания. В US-PS 4135044 и 4175169 описано, как при помощи трубы сравнительно небольшого диаметра в зонах иницирования и реакции реактора высокого давления по сравнению с увеличенным диаметром трубы в зоне охлаждения можно получать продукты с очень хорошими оптическими свойствами с высокими выходами и при относительно небольшом падении давления по длине реактора.

Наконец, в US-PS 3405115 описано особое значение одновременного начала реакции полимеризации и оптимального смешивания компонентов реакции для качества полиэтилена, для высокого выхода реакции и для установления равномерной работы реактора. Для этого инициаторы в специальной смесительной камере смешивают с частичным потоком холодного этилена и только после этого подают в собственно реактор. В смесительной камере текучая среда, в которой инициатор вследствие преобладающей там низкой

температуры не распадается, несколько раз меняет направление и проводится через каналы.

Общим для всех известных способов и устройств для подачи инициаторов радикальной цепной реакции в реакционную смесь является то, что скорость и интенсивность процесса смешивания все еще требует усовершенствования.

Поэтому задачей данного изобретения является создание способа, посредством которого полимеризация под высоким давлением этилена в трубчатых реакторах может проводиться с улучшенным выходом реактора, в расчете на добавленное количество инициатора радикальной цепной реакции, и с улучшенным качеством производимого полиэтилена, поскольку скорость и интенсивность смешивания инициатора радикальной цепной реакции с протекающей текучей средой в момент подачи еще больше увеличивается и интенсифицируется.

Эта задача решается в способе упомянутого вначале типа за счет изобретения, которое состоит в том, что протекающую текучую среду сначала разделяют на два текущих отдельно друг от друга объемных элемента, затем эти протекающие отдельно друг от друга объемные элементы посредством подходящих струйных элементов смешивают при встречном вращении, затем вращаемые в противоположных направлениях текущие объемные элементы снова объединяют в единую протекающую текучую среду и в этот момент или вскоре после объединения противоположно вращаемых текущих объемных элементов подают инициатор радикальной цепной реакции в испытываемую область сдвига область раздела между противоположно вращаемыми текущими объемными элементами.

В одном предпочтительном варианте осуществления этого способа согласно изобретению разделение текущей текучей среды выполняется таким образом, что возникают сердцевинный поток и текущие вблизи стенок объемные элементы.

В качестве регулятора молярной массы в соответствии с данным изобретением могут применяться общепринятые полярные или неполярные органические соединения, такие как кретоны, альдегиды, аланы или аланы с 3-20 атомами углерода. Предпочтительными регуляторами молярной массы являются ацетон, метилэтилкетон, пропионовый альдегид, пропан, пропен, бутан, бутен или гексен.

В качестве инициатора радикальной цепной реакции могут применяться в соответствии с данным изобретением пероксиды, такие как алифатический диацил(C₃-C₁₂)пероксид, диалкил(C₃-C₁₂)пероксид или эфиры пероксикислоты, трет-бутилпероксипивалат (TBPP), трет-бутилперокси-3,5,5-триметилгексаноат (TBPIN), ди-трет-бутилпероксид (DTBP) или их смеси или растворы в подходящих растворителях. Инициаторы радикальной цепной реакции согласно данному изобретению подаются в количествах в пределах от 10 до 1000 г/т производимого ПЭ, предпочтительно от 100 до 600 г/т

производимого ПЭ.

Текущая текучая среда, в которую подают вышеуказанные инициаторы радикальной цепной реакции, может содержать наряду с этиленом в качестве сомономера дополнительно 1-олефины с 3-20 C-атомами, предпочтительно с 3-10 C-атомами, в количестве в пределах от 0 до 10 мас.% в расчете на количество мономера этилена, предпочтительно в количестве в пределах от 1 до 5 мас.%. Дополнительно текучая текучая среда может содержать согласно изобретению полиэтилен в количестве в пределах от 0 до 40 мас.% в расчете на общий вес мономеров, предпочтительно от 0 до 30 мас.%.

В наиболее предпочтительном варианте способа согласно изобретению проводят подачу инициатора радикальной цепной реакции в области трубчатого реактора, в которой путем уменьшения диаметра трубчатого реактора до показателя, составляющего приблизительно 0,6-0,9 диаметра D реактора в этой зоне подачи, скорость потока текучей текучей среды повышается в 1,2-2,8, предпочтительно в 1,8-2,5 раза, относительно скорости потока в зоне подачи трубчатого реактора. При выражении в абсолютных цифрах скорости потока текучей текучей среды в области подачи инициатора радикальной цепной реакции в соответствии с данным изобретением находится в пределах от 10 до 40 м/с, предпочтительно от 15 до 30 м/с, особенно предпочтительно от 20 до 25 м/с.

Рассматриваемый способ позволяет заметно уменьшить количество подаваемого инициатора радикальной цепной реакции при том же самом количестве производимого LDPE и тем самым более экономично производить полимеризацию под высоким давлением.

Далее, производимый способом согласно данному изобретению LDPE обладает улучшенными оптическими свойствами за счет меньших высокомолекулярных фракций с молярной массой более 10^6 г на моль.

Кроме того, способ согласно данному изобретению имеет еще одно преимущество, заключающееся в том, что может быть обеспечена стабильная эксплуатация реактора при необычайно высоких максимальных температурах до 350°C без появления склонности к разложению.

Следующее преимущество способа согласно изобретению заключается в том, что начало полимеризации происходит при более низких температурах и что после этого осуществляется повышение температуры реакционной смеси контролируемым образом. Благодаря этому продолжительность жизни инициаторов радикальной цепной реакции, которые обычно имеют относительно короткий период полураспада, лучше используется для полимеризации и, следовательно, для получения LDPE.

Предметом изобретения является также устройство для осуществления данного способа, включающее в себя деталь трубчатого реактора с внутренним диаметром D и длиной в пределах от 30 до 50 D, предпочтительно от 35 до 45 D и одну или несколько подающих форсунок для инициатора радикальной цепной реакции, причем отличительные признаки устройства

заключаются в том, что во внутреннем пространстве трубчатого реактора по длине в пределах 2-6 D размещены разделительные элементы для разделения протекающей текучей среды на текущие отдельно друг от друга объемные элементы, что в пределах этих разделительных элементов дополнительно помещен, по меньшей мере, один струйный элемент, который способен смешивать протекающую вдоль него текучую среду во вращении, и что, если смотреть в направлении потока, за разделительными элементами и струйными элементами помещены одна или несколько подающих форсунок для инициатора радикальной цепной реакции.

Разделительный элемент для разделения текучей текучей среды является в предпочтительном варианте осуществления устройства согласно изобретению внутренней трубкой с диаметром в диапазоне от 0,5 до 0,7 D, при помощи которой протекающая текучая среда разделяется на сердцевинный поток во внутреннем пространстве внутренней трубки и периферический поток снаружи внутренней трубки, но внутри трубчатого реактора.

Предпочтительно внутри внутренней трубки и снаружи внутренней трубки размещены струйные элементы, которые в их геометрической конструкции, если смотреть в продольном направлении, представляют собой повернутые на угол $\pm\alpha$ щитки, причем поворачивание струйных элементов внутри внутренней трубки и снаружи внутренней трубки является противоположно направленным. Максимальная длина струйных элементов соответствует длине внутренней трубки, но струйные элементы могут также иметь меньшие размеры, причем угол α , на который повернуты щитки, должен составлять, по меньшей мере, 90°, но для повышения вращения протекающих объемных элементов может быть выбран с таким же успехом больший угол.

Подающие форсунки, из которых, по меньшей мере, одна, но предпочтительно несколько помещены в конце внутренней трубки, если смотреть в направлении потока, имеют выходные отверстия с максимальным размером 1 мм, предпочтительно с максимальным размером 0,7 мм, особенно предпочтительно с максимальным размером 0,5 мм. Расстояние от подающих форсунок до конца внутренней трубки должно составлять максимально 1 D, предпочтительно максимально 0,5 D.

Предпочтительно, если смотреть в направлении потока, перед разделительными элементами для разделения протекающей текучей среды на текущие отдельно друг от друга объемные элементы или после подающей форсунки или подающих форсунок находится коническая переходная деталь, в области которой внутренний диаметр трубчатого реактора уменьшен с D до приблизительно 0,9-0,6 D. Коническая переходная деталь находится на расстоянии максимально 1 D, предпочтительно максимально 0,5 D от подающей форсунки или подающих форсунок или от разделительных элементов и имеет длину в диапазоне от 3 до 7 D, предпочтительно в диапазоне от 4 до 6 D.

При протекании через коническую

переходную деталь скорость потока протекающей текучей среды повышается в 1,2-2,8 раза, предпочтительно в 1,8-2,5 раза, относительно скорости потока в зоне подачи трубчатого реактора.

Если коническая переходная деталь помещена, если смотреть в направлении потока, после подающих форсунок, то после конической переходной детали, если смотреть в направлении потока, подсоединена собственно реакционная труба, которая имеет длину в диапазоне от 15 до 30 D, предпочтительно от 20 до 27 D и внутренний диаметр, который соответствует внутреннему диаметру конической концевой части конической переходной детали.

Таким образом, при протекании через реакционную трубу поддерживается высокая скорость потока, благодаря чему гарантируется, что смешивание компонентов реакции и инициатора радикальной цепной реакции внутри текущей текучей среды является почти полным. Поэтому после протекания через реакционную трубу с высокой скоростью потока скорость протекающей текучей среды может быть опять снижена, что может происходить во второй конической переходной детали с длиной, которая по существу соответствует длине первой конической переходной детали.

Если коническая переходная деталь помещена перед разделительными элементами для разделения текущей текучей среды на протекающие отдельно друг от друга объемные элементы, то добавление инициаторов радикальной цепной реакции имеет место в передней части самой реакционной трубы, в которой уже преобладает повышенная скорость потока. Хотя уменьшенный внутренний диаметр реакционной трубы до 0,9-0,6 D делает необходимым уменьшение геометрии разделительных элементов, а также струйных элементов, это устройство может в связи с более высокой скоростью потока все-таки иметь преимущества при дозированном добавлении инициатора радикальной цепной реакции и начале реакции полимеризации.

Длины и диаметры отдельных частей устройства согласно изобретению могут варьироваться в широких пределах, благодаря чему можно влиять на качество смешивания, а также на падение давления в реакционной смеси. Кроме того, различным образом оформленные подающие форсунки, инжекционные пальцы или инжекционные форсунки могут комбинироваться с устройством согласно изобретению. Скорость потока протекающей жидкой среды может устанавливаться посредством вариации показателей потока массы в диапазоне между 10 и 40 м/с, предпочтительно между 15 и 30 м/с, особенно предпочтительно между 20 и 25 м/с.

Далее данное изобретение ниже представлено более подробно с использованием чертежа без ограничения изобретения иллюстрированным в этом представлении вариантом осуществления данного изобретения.

На чертеже показан вертикальный разрез трубчатого реактора 1, который имеет диаметр D в пределах от 20 до 100 мм. В зоне подачи трубчатого реактора 1 расположена внутренняя трубка 2, которая в

представленном устройстве имеет диаметр 0,6 D и длину 4 D. Внутри внутренней трубки 2 находится струйный элемент 3, который имеет форму повернутых на угол +90° щитков. Снаружи внутренней трубки 2, но еще внутри трубчатого реактора 1 размещены дополнительные струйные элементы 4, 4', которые в каждом отдельном случае имеют форму повернутых на угол -90° щитков. На расстоянии 0,5 D от конца внутренней трубки 2 помещена подающая форсунка 5, при помощи которой инициатор радикальной цепной реакции подается в испытываемую сдвиг пограничную область противоположно вращаемых текущих объемных элементов. Подающая форсунка 5 имеет выходное отверстие с диаметром 0,5 мм, которое показано в увеличении разреза. На расстоянии 0,5 D от подающей форсунки 5 в направлении потока S подсоединена коническая переходная часть 6, посредством которой внутренний диаметр трубчатого реактора уменьшается до показателя 0,72 D. Эта коническая переходная деталь на чертеже имеет длину 5 D. После конической переходной детали 6 подсоединена в направлении потока S зона реакции 7, которая имеет уже непоказанную длину 25 D и к которой присоединена также неизображенная вторая переходная деталь 8, посредством которой внутренний диаметр трубчатого реактора 1 опять увеличивается до D.

После того как данное изобретение было объяснено при помощи чертежа в многочисленных подробностях, далее следует более наглядно представить для специалистов технические преимущества данного изобретения при помощи примеров осуществления изобретения.

Пример 1 (сравнительный пример).

В трубчатом реакторе с внутренним диаметром D 39 мм проводили полимеризацию этилена при пропускной способности 30 т/ч при давлении 2900 бар. В качестве инициатора радикальной цепной реакции использовали смесь ТВРР, ТВРІN и DTBP. В качестве регулятора молярной массы применяли пропионовый альдегид в количестве 0,048 мас.% в расчете на общий вес этилена. Количество применяемых инициаторов радикальной цепной реакции и результаты полимеризации представлены в таблице.

Примеры 2 и 3 (согласно изобретению).

При тех же самых условиях, что и в примере 1, проводили полимеризацию этилена при применении представленного на чертеже устройства для смешивания (смесителя). Количество применяемых инициаторов радикальной цепной реакции и результаты полимеризации представлены в приведенной в конце примеров осуществления изобретения таблице.

Пример 4 (сравнительный пример).

В трубчатом реакторе с внутренним диаметром D 39 мм проводили полимеризацию этилена при пропускной способности 30 т/ч при давлении 3000 бар. В качестве инициатора радикальной цепной реакции использовали смесь ТВРР, ТВРІN и DTBP. В качестве регулятора молярной массы применяли пропионовый альдегид в количестве 0,039 мас.% в расчете на общий вес этилена. Количество применяемых

инициаторов радикальной цепной реакции и результаты полимеризации представлены в таблице.

Примеры 5 и 6 (согласно изобретению).

При тех же условиях, что и в примере 1, проводили полимеризацию этилена при применении представленного на чертеже устройства для смешивания (смесителя). Количество применяемых инициаторов радикальной цепной реакции и результаты полимеризации представлены в таблице.

Параметры и результаты опытов.

№ опыта	Расход ТВРР (г/г ПЭ)	Расход ТВРІN (г/г ПЭ)	Расход ДТВР (г/г ПЭ)	Величина рассеяния (%)	Помутнение (%)	Плотность (кг/м³)	МFI (дг/10 мин)	Преобразование (%)
1	111	157	162	21,0	8,1	923,2	0,83	27,3
2	95	148	152	18,3	7,2	923,7	0,81	27,9
3	92	140	144	17,2	7,4	923,6	0,89	27,5
4	275	316	22	14,1	7,2	926,8	0,29	24,1
5	220	302	21	11,0	5,6	927,2	0,31	24,0
6	211	345	24	11,2	6,0	926,8	0,27	24,5

Приведенные в таблице параметры продуктов получали согласно следующим способам измерения:

Величина рассеяния: Не соответствующая норме.

Помутнение: Согласно D 1003 Американского общества по испытанию материалов (ASTM D 1003).

Плотность: Согласно ISO 1183.

МFI: В виде MFI_(190/2,16) (дг/мин) согласно DIN 53735.

Преобразование: Продукция (т/ч)/пропускная способность этилена (т/ч).

Из этих примеров ясно, что при помощи способа данного изобретения значительно улучшается превращение и прежде всего свойства продукта. Применяемое количество инициатора радикальной цепной реакции могло быть снижено в соответствии с данным изобретением на приблизительно 20% и производственная стабильность трубчатого реактора повышалась.

Формула изобретения:

1. Способ получения гомо- и сополимеров этилена в трубчатом реакторе при давлении более 1000 бар и температурах в области 120-350°C радикальной полимеризацией, при котором к протекающей текучей среде, содержащей этилен, регулятор молярной массы и, в случае необходимости, полиэтилен, сначала добавляют небольшие количества инициатора радикальной цепной реакции, после чего происходит полимеризация, отличающийся тем, что протекающую текучую среду сначала разделяют на два текущих отдельно друг от друга объемных элемента, затем эти протекающие отдельно друг от друга объемные элементы посредством подходящих струйных элементов смешивают при противоположно направленном вращении, затем противоположно вращаемые текущие объемные элементы снова объединяют в единую протекающую текучую среду и в этот момент или вскоре после объединения противоположно вращаемых текущих объемных элементов подают инициатор радикальной цепной реакции в испытываемую область сдвига область раздела между противоположно вращаемыми текущими объемными элементами.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что

разделение текущей текучей среды выполняют таким образом, что образуют сердцевинный поток и периферический (текущий вблизи стенок) поток.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что в качестве регулятора молярной массы применяют полярные или неполярные органические соединения, такие как кетоны, альдегиды, алканы или алкены с 3-20 C-атомами, предпочтительно ацетон, метилэтилкетон, пропионовый альдегид, пропан, пропен, бутан, бутен или гексен.

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что в качестве инициаторов радикальной цепной реакции подают пероксиды, такие как трет-бутилпероксипивалат (ТВРР), трет-бутилперокси-3,5,5-триметилгексаноат (ТВРІN), ди-трет-бутилпероксид (ДТВР) или их смеси или растворы в подходящих растворителях в количествах в пределах от 10 до 1000 г/т производимого ПЭ, предпочтительно от 100 до 600 г/т производимого ПЭ.

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что текущая текучая среда, в которую подают вышеуказанные инициаторы радикальной цепной реакции, содержит, наряду с этиленом в качестве сомономера, дополнительно 1-олефины с 3-20 C-атомами, предпочтительно с 4-10 C-атомами, в количестве в пределах от 0 до 10 мас.%, в расчете на количество мономера этилена, предпочтительно в количестве в пределах от 1 до 5 мас.%.

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что текущая текучая среда дополнительно содержит полиэтилен в количестве в пределах от 0 до 40 мас.%, в расчете на общий вес мономеров, предпочтительно в количестве от 0 до 30 мас.%.

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что подачу инициатора радикальной цепной реакции проводят в области трубчатого реактора, в которой путем уменьшения диаметра трубчатого реактора до приблизительно 0,6-0,9 диаметра D реактора в зоне подачи скорость потока текущей текучей среды повышают в 1,2-2,8, предпочтительно в 1,8-2,5 раза относительно скорости потока в зоне подачи трубчатого реактора.

8. Устройство для осуществления способа по одному из пп.1-7, включающее в себя деталь трубчатого реактора с внутренним диаметром D и длиной в пределах от 30 до 50 D, предпочтительно от 35 до 45 D, и одну или несколько подающих форсунок для инициатора радикальной цепной реакции, отличающееся тем, что во внутреннем пространстве трубчатого реактора на длине в пределах 2-6 D размещены разделительные элементы для разделения протекающей текучей среды на текущие отдельно друг от друга объемные элементы, в пределах этих разделительных элементов дополнительно помещен, по меньшей мере, один струйный элемент для смешивания протекающей вдоль него текучей среды во вращении, и в направлении потока за разделительными элементами и струйными элементами помещены одна или несколько подающих форсунок для инициатора радикальной цепной реакции.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что разделительный элемент для разделения протекающей текучей среды представляет собой внутреннюю трубку с диаметром в диапазоне от 0,5 до 0,7 D, при помощи которой происходит разделение протекающей текучей среды на сердцевинный поток во внутреннем пространстве внутренней трубки и периферический поток вне внутренней трубки, но внутри трубчатого реактора.

10. Устройство по п.8 или 9, отличающееся тем, что внутри внутренней трубки и снаружи внутренней трубки размещены струйные элементы, которые в их геометрической конструкции в продольном направлении представляют собой повернутые на угол $\pm\alpha$ щитки, причем поворот струйных элементов внутри внутренней трубки и снаружи внутренней трубки имеет противоположное направление.

11. Устройство по одному из пп.8-10, отличающееся тем, что максимальная длина струйных элементов соответствует длине внутренней трубки, и угол α , на который повернуты щитки, составляет, по меньшей мере, 90° .

12. Устройство по одному из пп.8-11, отличающееся тем, что подающие форсунки, из которых, по меньшей мере, одна, но предпочтительно несколько, помещены в конце внутренней трубки, если смотреть в

направлении потока, имеют выходные отверстия с максимальным размером 1 мм, предпочтительно с максимальным размером 0,7 мм, особенно предпочтительно с максимальным размером 0,5 мм.

5 13. Устройство по одному из пп.8-12, отличающееся тем, что, если смотреть в направлении потока, перед разделительными элементами для разделения протекающей текучей среды на текущие отдельно друг от друга объемные элементы или после подающей форсунки или подающих форсунок размещена коническая переходная деталь, в зоне которой внутренний диаметр трубчатого реактора уменьшен с D до приблизительно 0,9-0,6 D, и эта коническая переходная деталь находится на расстоянии максимально 1 D, предпочтительно максимально 0,5 D, от разделительных элементов или от подающей форсунки или подающих форсунок и имеет длину в диапазоне от 3 до 7 D, предпочтительно в диапазоне от 4 до 6 D.

10 14. Устройство по одному из пп.8-13, отличающееся тем, что после конической переходной детали, если смотреть в направлении потока, помещена реакционная труба, которая имеет длину в диапазоне от 15 до 30 D, предпочтительно от 20 до 27 D, и внутренний диаметр, который соответствует внутреннему диаметру конической концевой части конической переходной детали.

30

35

40

45

50

55

60