

УДК 66.095.26

Технология процесса эмульсионной полимеризации

Алпатов Д.А.

Научный руководитель: Н.А. Сизова

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

Аннотация

В настоящее время эмульсионная полимеризация используется для получения бутадиен - стирольных каучуков, которые, в свою очередь, используются для производства покрышек, шин, обуви и других резиновых изделий. В научной статье полностью разбирается технология производства данного продукта - от приготовления начальной эмульсии до окончательной сушки и выделения каучука. На первоначальном этапе описывается процесс получения эмульсии регулятора, содержащей в себе основные мономеры, необходимые для полимеризации. Далее, непосредственно, изучается процесс сополимеризации поступивших мономеров. Затем, после обрыва реакции, объясняется процедура дегазации латекса и завершающий этап – получение каучука. Описание каждого процесса сопровождается схемами автоматизации для лучшего понимания технологии.

Ключевые слова: эмульсионная полимеризация, бутадиен – стирольный каучук, эмульсия регулятора, сополимеризация, дегазация.

Technology of the emulsion polymerization process

Alpatov D. A.

Scientific adviser: N.A. Sizova

Currently, emulsion polymerization is used to produce styrene - butadiene rubbers, which, in turn, are used for the production of tires, shoes and other rubber products. The scientific article fully understands the production technology of this product-from the preparation of the initial emulsion to the final drying and separation of rubber. At the initial stage, the process of obtaining a regulator emulsion containing the main monomers necessary for polymerization is described. Further, the process of copolymerization of the received monomers is studied directly. Then, after the reaction is interrupted, the procedure for degassing the latex is explained and the final stage is the production of rubber. The description of each process is accompanied by automation diagrams for a better understanding of the technology.

Keywords: emulsion polymerization, styrene – butadiene rubber, regulator emulsion, copolymerization, degassing.

Введение

Полимеризацией называется процесс, в результате которого образуется полимер (высокомолекулярное соединение). Процесс протекает в результате присоединения молекул, имеющих малую молекулярную массу (мономеров) к активным центрам в возникающей молекуле полимера, причем этот процесс многократно повторяется.

По структуре области, в которой сосредоточены активные центры, различают:

- 1) объемную полимеризацию (полимеризация во всем объеме мономера);

Включается мешалка, после перемешивания в течение двух часов отбирается проба для определения массовой доли третичного додецилмеркаптана в эмульсии.

Готовая эмульсия третичного додецилмеркаптана насосом № 52/1,2 подается в мерник № 51, из которого насосом № 52/1,2 непрерывно подается в полимеризаторы № 49/3-5, № 49/6-8 полимеризационных батарей № 1-6 [1].

В мерник № 51 и емкость № 47/1 подается азот давлением 0,05 кгс/см² от гидрозатвора № 5/3 для создания азотной «подушки», которая нужна для продувки емкостей от образования взрывоопасных газов (рис. 2).

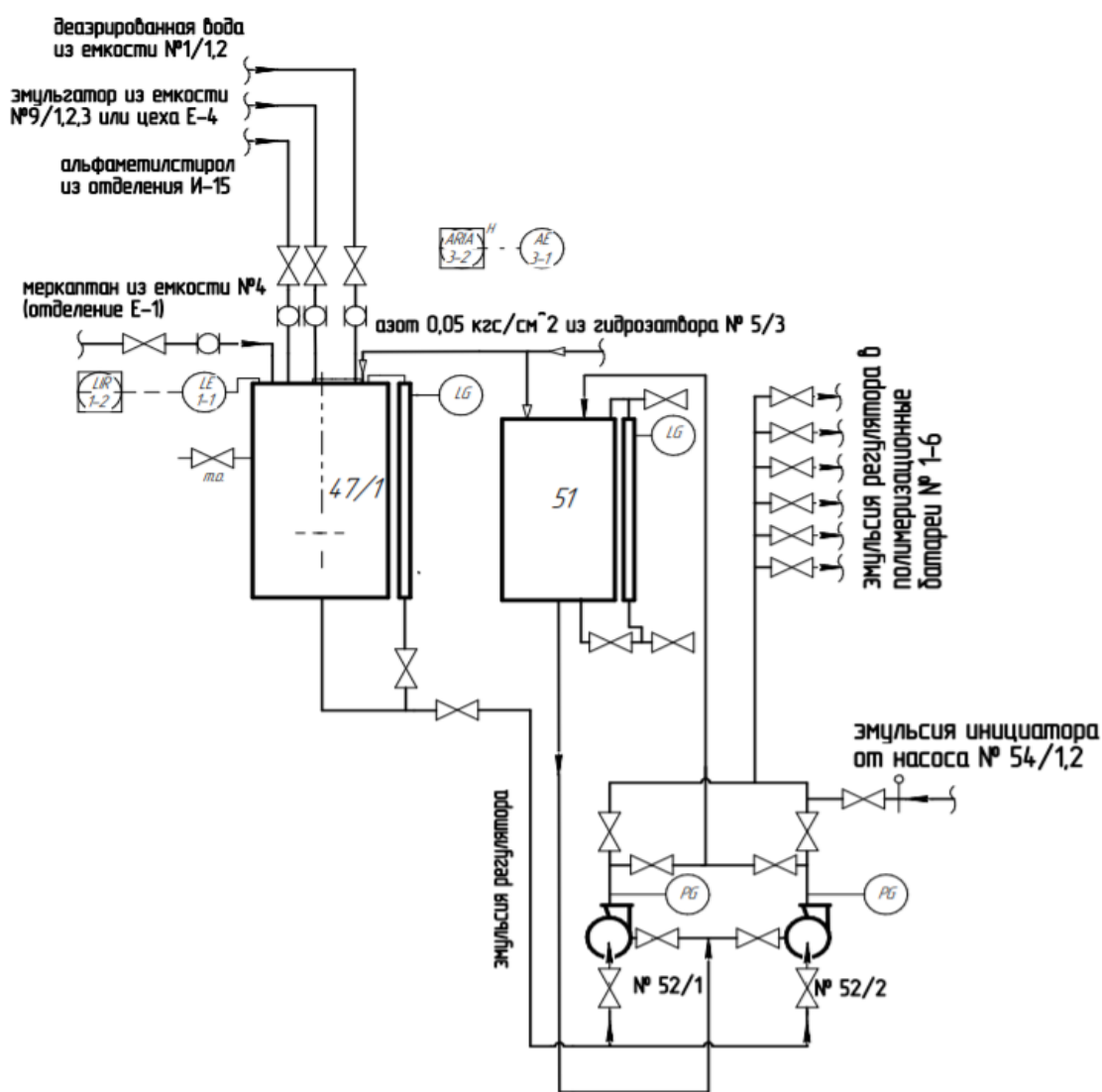


Рисунок 2 - Схема приготовления эмульсии регулятора

Сополимеризация мономеров

Для осуществления данного процесса в цехе имеется 6 полимеризационных батарей, в каждой полимеризационной батарее по 12 полимеризаторов № 49. Все полимеризаторы в полимеризационной батарее обвязаны последовательно тремя линиями:

- 1) рабочая, по которой эмульсия углеводородов перетекает из полимеризатора по опуску в следующий полимеризатор;
- 2) резервная, предусматривающая возможность обвода любого полимеризатора;
- 3) для аварийного стравливания латекса в емкость № 123 при срабатывании предохранительных клапанов полимеризаторов № 49.

Для защиты от завышения давления на каждом полимеризаторе установлен пружинно-предохранительный клапан ($P_{откр} = 8,0 \text{ кгс/см}^2$) с мембранным разрывным устройством.

Рассмотрим схему работы полимеризатора №49 (рис. 3).

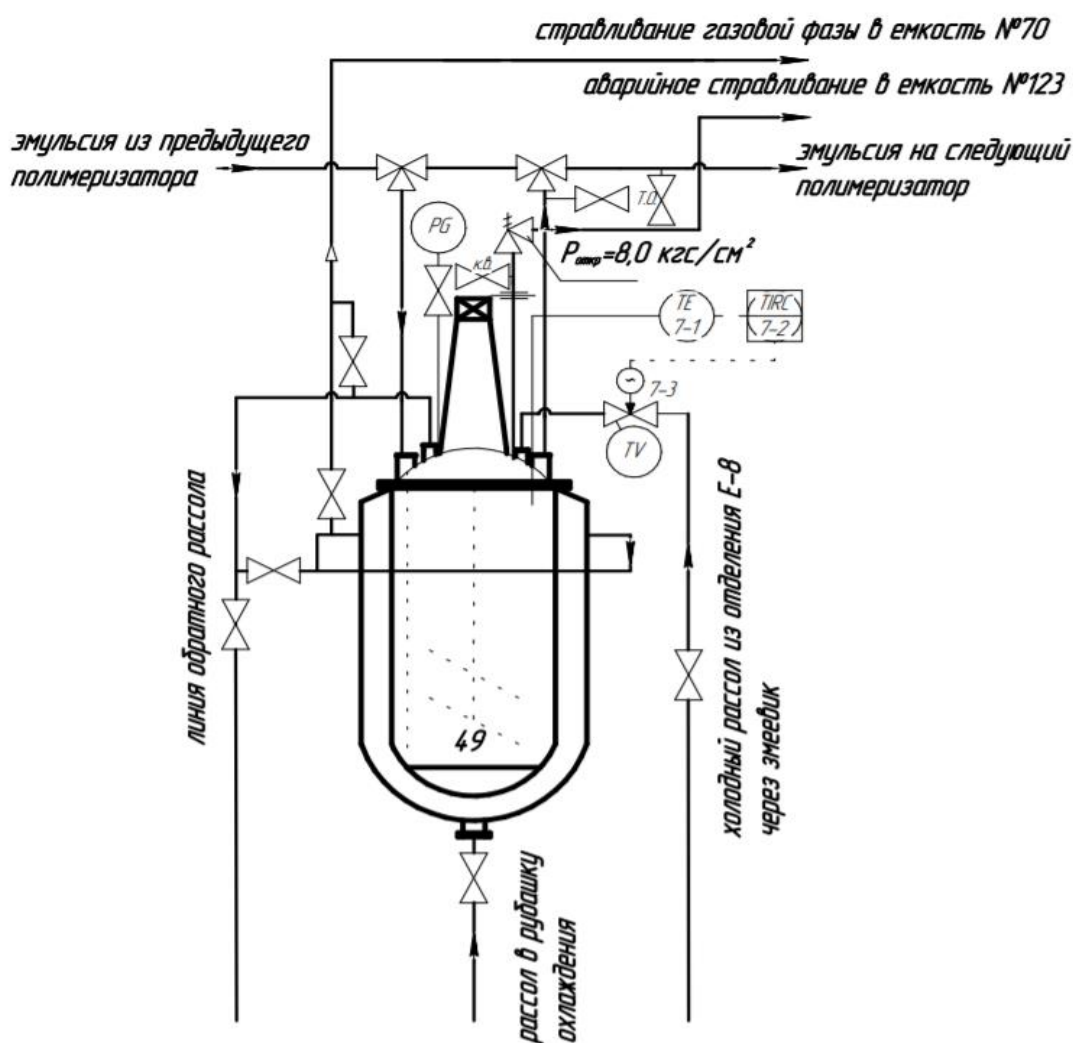


Рисунок 3 - Работа полимеризатора №49

Полимеризатор № 49 оборудован мешалкой, внутренним змеевиком и «рубашкой» охлаждения. Процесс сополимеризации протекает с выделением значительного количества тепла. Для съема тепла и выдерживания регламентной температуры сополимеризации в змеевики и «рубашку» полимеризатора № 49 подается рассол с температурой минус (8-10) °С из цеха Д-7-Е-8. Температура выдерживается системой автоматического регулирования, клапан

которой установлен на линии прямой подачи рассола через змеевик. Пар, образованный при охлаждении, стравливается в специальную емкость №70.

Таким образом, процесс сополимеризации происходит до определенной степени конверсии, то есть степени превращения мономеров. Обычно, для получения готового латекса, эта степень составляет около 70%. Для контроля над конверсией проводится отбор проб латекса, выходящего из полимеризатора № 49. Для этого каждый полимеризатор оборудован пробоотборником (т.о. на схеме), установленным на линии перетока латекса из полимеризатора в полимеризатор.

В случае достижения нужного уровня конверсии, в полимеризаторы начинает подаваться раствор стоппера (диэтиленгликоля), призванный обрывать реакцию сополимеризации [2].

Приготовление раствора диэтиленгликоля

Раствор диэтиленгликоля готовится периодически в емкости № 16/1,2, в которую последовательно согласно расчету подаются:

- деаэрированная (умягченная) вода из емкости № 1/1,2,
- концентрированный диэтиленгликоль из бочек насосом № 38а.

Включается мешалка, после перемешивания в течение 1-го часа мешалка останавливается, и раствор ДЭГА самотеком сливается из емкости № 16/1,2 в емкость № 116, а затем после отделения нужного количества отправляется в полимеризаторы (рис. 4).

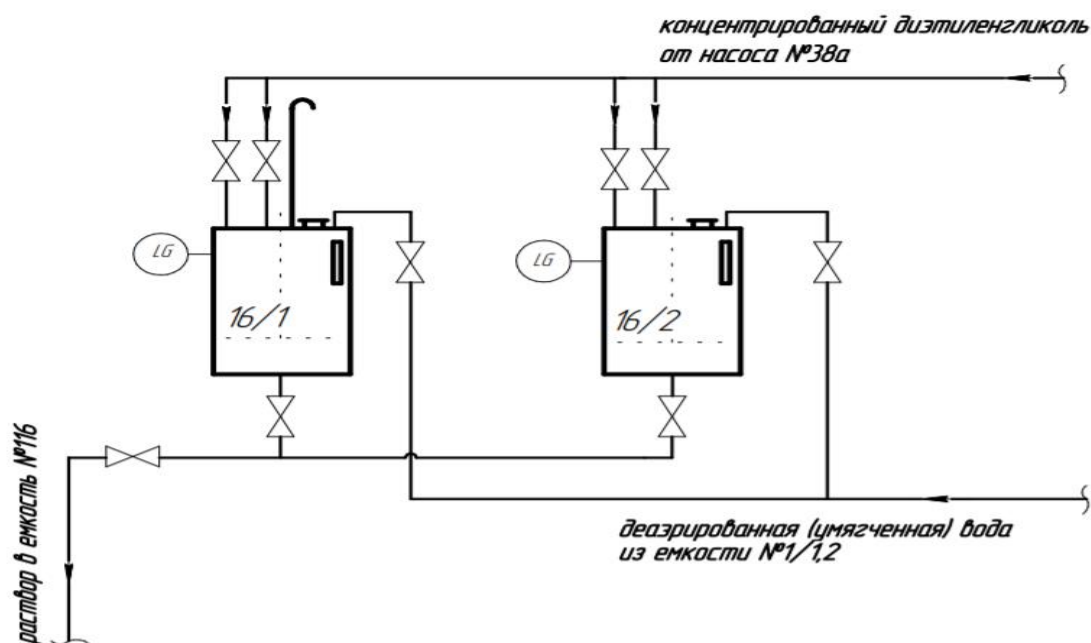


Рисунок 4 - Схема приготовления раствора стоппера

Отгонка незаполимеризовавшихся мономеров из латекса

Отгонка из латекса незаполимеризовавшихся мономеров (дегазация), необходима практически во всех случаях, так как мономер альфаметилстирола ухудшает физико-химические свойства каучука, а также является ценным продуктом и может повторно использоваться.

Дегазация производится непрерывным способом на колоннах в две стадии: первая стадия - предварительная дегазация - удаление основной массы бутадиена и вторая стадия - отгонка оставшихся мономеров с водяным паром под вакуумом.

Итак, латекс, заправленный стоппером, из последнего полимеризатора по одной (рабочей или резервной) дроссельной линии через распределительную «гребенку» поступает в колонну № 62 на предварительную дегазацию. Предварительная дегазация осуществляется под небольшим избыточным давлением до 0,7 МПа и температуре до 50°C. В верхнюю часть колонны № 62 вместе с латексом подается увлажненной умягченной водой пар. Затем, латекс подается в колонну №66, где происходит удаление оставшихся бутадиенов под вакуумом (рис. 5).

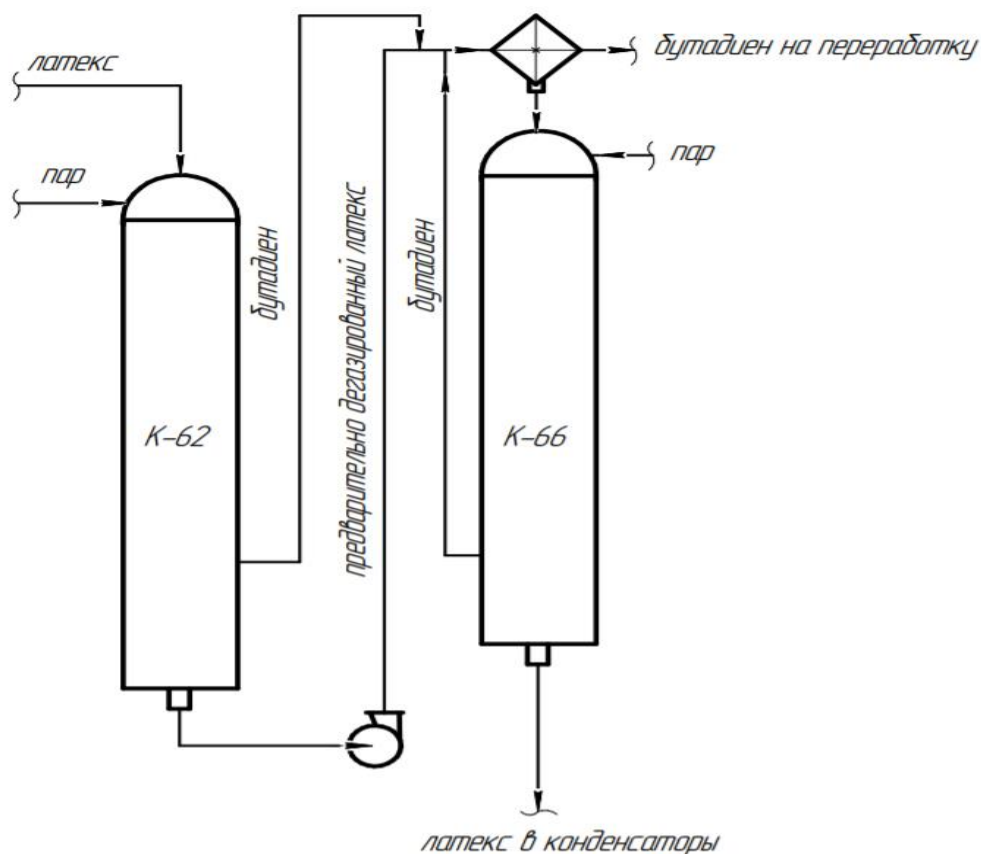
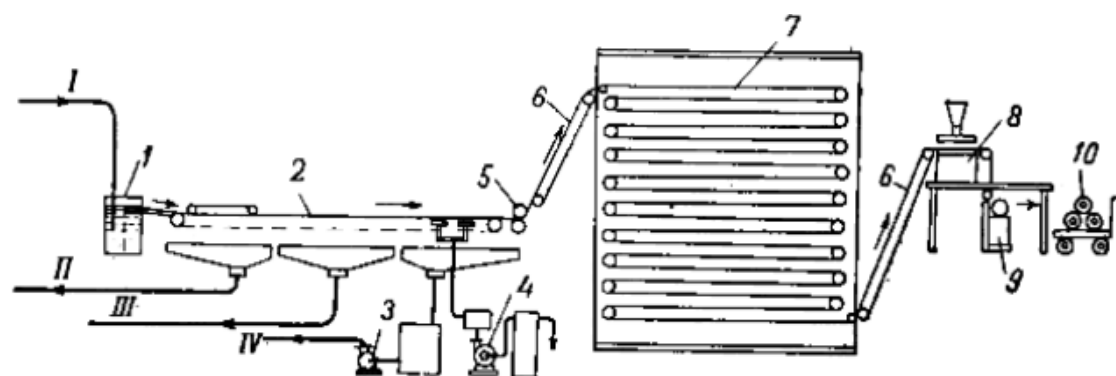


Рисунок 5 – Схема дегазации латекса

В конденсаторах происходит окончательный процесс дегазации - конденсация всей массы водяного пара и альфаметилстирола [3].

Выделение и сушка каучука

Каучук из латекса обычно выделяют в два этапа, сначала в латекс добавляют раствор электролита, который вызывает агломерацию частиц латекса, т. е. их увеличение. Латекс приобретает при этом консистенцию густого крема (отсюда и часто используемая в технике "созидания"). Затем агломерированный латекс смешивают с разбавленной кислотой, чтобы отделить от него полимер в виде относительно небольшой, не липкой крошки [4]. Благодаря большой удельной поверхности крошки, с нее гораздо легче смыть кислоту и соль, а также удалить влагу (рис. 6).



1 — приемный ящик; 2 — лентоотливочная машина; 3 — насос для возвратной воды; 4 — вакуум-насос; 5 — отжимные валки; 6 — транспортеры; 7 — многоходовая сушилка; 8 — пудровочная машина; 9 — намоточная машина; 10 — рулоны каучука.
Линии: I — взвесь коагулянта; II — в отстойник; III — в канализацию; IV — на коагуляцию.

Рисунок 6 - Схема отделения и сушки каучука

На первом участке лентоотливочной машины каучук отфильтровывается от воды. Филтрат, пройдя сквозь сито, возвращается насосом 3 на коагуляцию. Образовавшийся на сите машины слой каучука толщиной 10--15 мм подвергается промывке при дальнейшем движении сита. Вода подается из промывных лотков, установленных перпендикулярно к направлению движения сетки. Лента каучука, содержащая к концу промывки 80-90% воды, проходит через отжимной, обтянутый сеткой барабан, который прессует ленту и выжимает воду; содержание воды в ленте при этом снижается до 60-70%. Далее, лента каучука проходит над вакуумными коробками, в которых при помощи вакуум-насоса 4 поддерживается разрежение около 300 мм рт. ст. Здесь содержание воды в ленте каучука понижается до 50-55%, а после прохождения затем через отжимные валки 5 до 45-50%. Пройдя отжимные валки 5, лента каучука при помощи промежуточного транспортера 6 подается в многоходовую сушилку непрерывного действия 7. Высушенная лента каучука подается транспортером 6 на пудровочную машину 8, где опудривается тальком с одной стороны для предотвращения слипания ленты

при намотке ее в рулоны. После опудривания лента каучука поступает на намотку. Намотка каучука в рулоны производится на намоточной машине 9. Вес каучука в рулоне 100 кг. Размеры рулона без упаковки: диаметр 43-44 см, длина 83-86 см. На резиновые и шинные заводы каучук отправляется в виде рулонов [5].

Заключение

Таким образом, получение бутадиен – стирольных каучуков, несмотря на сложность и емкость, обусловленных непрерывностью процесса и большим количеством оборудования, несет в себе важную роль для жизнедеятельности человека. Технология получения таких каучуков постоянно улучшается. В настоящее время бутадиен – стирольные каучуки применяются в производстве автомобильных покрышек и камер, масло -, бензо -, светоозоностойких и газонепроницаемых резиновых технических изделий, транспортерных лент, рукавов, различных формовых и неформовых резинотехнических изделий, обуви и др.

Список используемой литературы

- 1) ООО «Тольяттикаучук» Технологический регламент «Получение латекса СКС-30АРК» ТР-Е-1-01-13, 2012.
- 2) Башкатов, Т.В. Технология синтетических каучуков: учеб. пособие для техникумов/ Т.В. Башкатов, Я. Л. Жигалин. – Л.: Химия, 2011. – 360 с.
- 3) Аверко-Антонович, Л.А. Химия и технология синтетического каучука/ Л. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович, П. А. Кирпичников. – М.: Колос, 2012. – 224 с.
- 4) Справочник химика [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chem21.info/info/23851> (дата обращения 03.06.2021).
- 5) Полимеризация [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/neftekhimiya/141586-polimerizatsiya> (дата обращения 04.06.2021).