

УДК 661.725.823

## ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЯ

Бушков А.Ю., студент гр. ХОм-181, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

Основной областью применения пропиленгликоля является использование его в качестве растворителя, пластификатора, компонента для изготовления низкотемпературных, антиобледенительных, гидравлических и гидротормозных жидкостей. Пропиленгликоль также используют в качестве исходного сырья для получения новых материалов, применяемых в промышленности пластических масс, лаков и красок, пестицидов и т.д. Кроме того, пропиленгликоль нашел свое применение в качестве пищевой добавки пропан-1,2-диол с индексом E1520. Так пищевую добавку E1520 (пропан-1,2-диол) применяют в качестве носителя-наполнителя и растворителя-наполнителя при производстве пищевых ароматизаторов, антиокислителей, красителей, эмульгаторов, ферментных препаратов, а также в качестве вспомогательного средства, как экстракционный и технологический растворитель в производстве жировых продуктов и пищевых добавок (ароматизаторов, красителей и др.).

Производство пропиленгликоля на ООО ПО «Химпром» введено в эксплуатацию в 1967 году. Мощность, достигнутая на 1 января 2017 года, составляет 2500 тонн пропиленгликоля в год.

Производство пропиленгликоля осуществляют непрерывным способом по одному технологическому потоку, состоящему из трёх производственных стадий.

Существует несколько способов получения пропиленгликоля:

- с использованием окиси свинца гидролизом дибром- или дихлорпропана;
- путем окисления пропилена через пропиленгликоляцетат;
- с использованием кислорода воздуха в инертном растворителе, в присутствии ацетата марганца произвести окисление пропилена и др. [1-3].

Наибольшее практическое значение имеет использование различных катализаторов при получении пропиленгликоля. [4].

В 1989 году была произведена реорганизация производства пропиленгликоля с переводом его на полунепрерывный метод. Реконструкция проводилась в соответствии с проектом предприятия ООО ПО «Химпром».

В 2007 году производство пропиленгликоля вновь подверглось техническому перевооружению, целью которого являлась интенсификация стадии ректификации с переводом её на непрерывный режим работы. Техническое перевооружение также проводилось в соответствии с проектом предприятия ООО ПО «Химпром» [5].

Причины технических изменений производства пропиленгликоля были связаны напрямую с ухудшающимися условиями экономических показателей региона и надвигающимся экономическим кризисом в целом по стране, кроме того, очень остро стоял вопрос ухудшения экологической ситуации.

Анализ производственного процесса привел предприятие ООО ПО «Химпром» к непрерывной схеме получения пропиленгликоля. При этом, произошёл переход от каталитического процесса получения пропиленгликоля на непрерывный процесс получения пропиленгликоля. Такой непрерывный процесс получения пропиленгликоля является некаталитическим процессом.

Центральной общезаводской лабораторией (ЦЗЛ) для оптимизации производства пропиленгликоля были произведены исследования, в результате которых произошёл переход с каталитического процесса на непрерывный процесс. ЦЗЛ были разработаны методы получения пропиленгликоля со смещением в сторону увеличения его выработки и уменьшения побочных продуктов в кубовой части колонны, таких как ди-пропилен, три-пропилен и тд.

Технологическая схема производства пропиленгликоля состоит из 2 стадий:

- синтеза реакционной смеси, включающая в себя 2 операции (приготовление рабочей смеси и гидратация оксида пропилена);
- ректификации, включающая в себя 4 операции (приём пара и воды, обезвоживание реакционной смеси, выделение промежуточной фракции и выделение товарного пропиленгликоля).

Для приготовления рабочей смеси используют дистиллят ректификационной колонны, полученный в процессе обезвоживания реакционной смеси, а в качестве подпитки используют паровой конденсат после реактора. Конденсат охлаждают в теплообменнике и также, как и дистиллят, направляют в емкость.

Конденсат в смеситель подают насосом через ротаметр из емкости. Расход конденсата поддерживается автоматически регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе его подачи в смеситель.

Оксид пропилена давлением азота не более 0,2-0,25 МПа (2,0-2,5 кгс/см<sup>2</sup>) поступает в смеситель через отсечной клапан и ротаметр из емкости. Расход окиси пропилена поддерживается автоматически регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе её подачи в смеситель.

Для предотвращения попадания в систему воздуха и исключения образования взрывоопасной смеси окиси пропилена с воздухом воздушная линия смесителя связана с гидрозатвором, в который подают азот с давлением не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см<sup>2</sup>) и производственную воду. Воду после гидрозатвора сливают в канализацию органических стоков, азот с несконденсировавшимися парами через огнепреградитель выбрасывается в атмосферу.

Для проведения контроля состояния воздушной среды производственного помещения (загазованности парами окиси пропилена) около насоса, смесителя и реактора установлен газоанализаторы со световой и звуковой сигнализациями, выведенными на щит Управления.

Гидратация рабочей смеси происходит за счет насоса, путем подачи рабочей смеси в технологический трубопровод, где установлен обратный и отсечной клапаны. Затем рабочая смесь поступает в трубную часть теплообменника в нижнюю часть реактора. При температуре 170-200 °С и давлении 1,0-1,5 МПа ((10,0-15,0 кгс/см<sup>2</sup>) происходит протекание реакции гидратации с получением пропиленгликоля, ди- и трипропиленгликоля. После гидратации окиси пропилена, рабочая смесь выходит в составе воды, пропиленгликоля, ди-

и трипропиленгликоля, проходит через межтрубное пространство теплообменника, где отдает тепло рабочей смеси, дросселируется до атмосферного давления автоматически регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе её выхода из теплообменника и поступает в среднюю часть ректификационной колонны.

Сброс с предохранительного клапана, установленного на трубопроводе выхода реакционной смеси из реактора осуществляется в атмосферу.

Обеспечение отделения ректификации паром осуществляют от общезаводского коллектора. Давление пара на входе в корпус составляет 2,4 МПа (24,0 кгс/см<sup>2</sup>). Для обеспечения безопасной работы кипятильника давление пара снижают до 1,4 МПа (14,0 кгс/см<sup>2</sup>) автоматически регулирующим клапаном, установленным на трубопроводе подачи пара в отделение ректификации.

На трубопроводе подачи пара после регулирующего клапана установлен предохранительный клапан, настроенный на давление полного открытия 1,61 МПа (16,1 кгс/см<sup>2</sup>).

Давление пара, подаваемого к вакуумному эжекторному пароводяному насосу, дополнительно снижают с 1,4 МПа (14,0 кгс/см<sup>2</sup>) до 1,0 МПа (10,0 кгс/см<sup>2</sup>) автоматически регулирующим клапаном.

Производственную воду подают из общезаводского коллектора с давлением 0,2-0,28 МПа (2,0-2,8 кгс/см<sup>2</sup>) на насос для повышения давления воды осуществляют до 0,4-0,42 МПа (4,0-4,2 кгс/см<sup>2</sup>).

Обезвоживание реакционной смеси, представляющей собой водный раствор пропиленгликолей, осуществляют в ректификационной колонне насадочного типа.

Реакционную смесь из реактора отделения гидратации непрерывно подают собственным давлением в среднюю часть ректификационной колонны.

Пары воды из куба колонны поступают в дефлегматор, охлаждаемый производственной водой, где конденсируются. Часть конденсата в виде флегмы возвращают на орошение колонны, а дистиллят через холодильник самотёком сливают в емкость отделения синтеза реакционной смеси.

Несконденсировавшиеся в дефлегматоре пары воды направляют в конденсатор, охлаждаемый производственной водой. После конденсатора конденсат дополнительно охлаждают в холодильнике, из которого его сливают в емкость.

Отбор воды ведут при атмосферном давлении и температуре в верхней части колонны 95-100 °С, в кубовой части - 105-130 °С.

Выделение промежуточной фракции осуществляют в ректификационной колонне тарельчатого типа.

Для поддержания температуры в кубовой части колонны пар проходит через кипятильник, в котором давление пара поддерживается 1,4 МПа (14,0 кгс/см<sup>2</sup>).

Вакуумным эжекторным пароводяным насосом создают вакуум в колонне.

Пары рабочей смеси поднимаются вверх по колене в охлажденный дефлегматор, где и конденсируются. Часть конденсата в виде флегмы возвращают в колонну, а дистиллят (промежуточная фракция) сливают в сборник, откуда его насосом подают на обезвоживание в ректификационную колонну. Пары,

несконденсировавшиеся в дефлегматоре, конденсируются в хвостовом конденсаторе, охлаждаемом водой. Конденсат из хвостового конденсатора стекает в сборник.

Отбор промежуточной фракции производят при температуре в верхней части колонны 30-45 °С, в кубовой части - 120-140 °С и вакуумметрическом давлении 710-730 мм рт. ст.

Предусмотрена возможность подачи обезвоженного пропиленгликоля или некандиционного пропиленгликоля из сборника через ротаметр в ректификационную колонну насосом.

Выделение товарного пропиленгликоля производят в ректификационной колонне тарельчатого типа.

Для поддержания температуры в кубовой части колонны пар проходит через кипятильник, в котором давление пара поддерживается 1,4 МПа (14,0 кгс/см<sup>2</sup>).

Вакуумным эжекторным пароводяным насосом создают вакуум в колонне. Пары рабочей смеси поднимаются вверх по колене в охлажденный дефлегматор, где и конденсируются. Часть конденсата в виде флегмы возвращают на орошение колонны, а дистиллят - товарный пропиленгликоль сливают в сборник.

Пары, несконденсировавшиеся в дефлегматоре, конденсируются в хвостовом конденсаторе, охлаждаемом производственной водой. Конденсат сливают в сборник, находящийся под вакуумом. Вакуум в сборнике создают вакуумным эжекторным пароводяным насосом.

Отбор пропиленгликоля осуществляют при достижении температуры в верхней части ректификационной колонны 90-100 °С, в кубовой части колонны - 150-160 °С и вакуумметрическом давлении 730-750 мм рт. ст..

Товарный пропиленгликоль, соответствующий требованиям ТУ 6-09-2434-81 с изм. № 1-5, перекачивают из сборника насосом в сборник. Из сборника товарный пропиленгликоль насосом перекачивают в емкость, в железнодорожную цистерну и в мелкую тару.

Пропиленгликоль, не соответствующий требованиям технических условий, из сборника насосом возвращают на переработку в сборник.

При установлении температурных параметров в 170-200 °С, давлении 1,0-1,5 МПа (10,0 –15,0 кгс/см<sup>2</sup>) пропиленгликоль получают некаталитическим способом. При этом, наличие окиси пропилена 18-22 % находится в рабочем растворе.

Некаталитический способ, т.е. непрерывный способ получения пропиленгликоля, привел к увеличению объема производства пропиленгликоля на 9,2 % по сравнению с каталитическим способом, т.е. с полунепрерывным способом получения пропиленгликоля, и сокращения расхода сырья на 9 %.

В настоящее время в России, Северной Америке, Западной Европе, Средней Азии виден большой потенциал роста применения пропиленгликоля, дипропиленгликоля и высших гликолей. Данные продукты имеют высокий коммерческий спрос, поскольку применяются в различных областях жизни. Так, например, пропиленгликоль используется в получении ненасыщенных полиэфирных смол, косметических средствах, средствах личной гигиены, антифризах, жидких моющих

средствах и даже в корме для собак. Дипропиленгликоль используется в ненасыщенных полиэфирных смолах, пластификаторах и средствах личной гигиены. Трипропиленгликоль используется в полиуретанах и акрилатах.

При этом динамика экономических показателей роста сырья не снимает важнейшей задачи экологизации производственного процесса за счет сокращения объемов выбросов опасных соединений при производстве пропиленгликоля. Для этого предлагаются инновационные решения и технологии.

Основные выбросы в окружающую среду происходят при пуске производства пропиленгликоля и инцидентах при остановках производства пропиленгликоля. При запуске или остановке производства происходят регулярные проливы продукта через сальники насоса, негерметичные соединения установок. Все это влечет разгерметизацию оборудования при производстве продукта. В результате чего, происходят большие потери пропиленгликоля, которые уносятся с паром в атмосферу.

Для устранения подобных проблем и улучшения экологических показателей необходима замена оборудования при производстве пропиленгликоля на более совершенное, т.е. замена трубопровода на бесшовное, установка КИПовских приборов более точных показателей на ректификационных колоннах, установка герметичных насосов без использования сальников.

Все это позволит своевременно устранить проливы пропиленгликоля при его производстве, что, в конечном итоге, приведет к снижению выбросов продукта в окружающую среду, уменьшению количеству аварийных ситуаций.

#### **Список использованных источников:**

1. Ferrero M. P., Flamme L. R., Fourez A. M., Ind. chim. Belg., 1954, v. 9, № 2, p. 113–119.
2. Maget H. I., R. J. Polymer Sci., part A, 1964, v. 2, № 3, p. 1281–1290.
3. Пат. США 2255411 (1941).
4. Дымент, О. Н. Гликоли и другие производные окисей этилена и пропилена / О. Н. Дымент, К. С. Казанский, А. М. Мирошников. – М.: Химия, 1976. 373 с.
5. Технологический регламент «Производство пропиленгликоля» «корпуса 150 цеха № 9 «Производство окисей и их соединений» (введен 05.04.2017).