

Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – С.543–544.  
6. Werner R. Boehme, Estelle A. Siegmund, William G. Scharpf, Edgar. Schipper // J. Med. Chem., 1962. – 5. – P.769–775.

7. Пат. 2374269 RU МПК C08F32/08, C08F132/08, C08F4/80, B01J27/13, B01J27/24 P №RU2008100385/04; Заявл. 09.01.2008; Оpubл. 27.11.2009.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНА

А.Е. Колесников

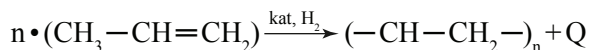
Научный руководитель – к.т.н., доцент О.К. Семакина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, kolesnikov0211@gmail.com

Полимерные материалы, в число которых входит полипропилен (ПП), в современном мире играют огромную роль, как в повседневной жизни человека, так и в различных отраслях экономики. Полимеры заменяют дорогостоящие материалы и способствуют созданию техники нового поколения.

Получение порошка ПП осуществляется на двух параллельно работающих технологических линиях. В реакторах первой линии возможно получение гомополимера, на второй линии как гомополимера, так и сополимеров пропилена с этиленом (статсополимера и блок-сополимера).

Реакцию полимеризации можно представить в общем виде:



где kat – катализаторный комплекс, Q=465 ккал.

Реакция полимеризации пропилена ведётся непрерывно в реакторах полимеризации. Реактор полимеризации – цилиндрический вертикальный аппарат идеального смешения. Реакция полимеризации пропилена с применением титано-магниевого катализатора, донора (стерео регулятора) и триэтилалюминия (сокатализатора) ведётся в среде растворителя нефрас-С, в качестве регулятора молекулярной массы полимера используется водород. Реакция полимеризации является экзотермической, поэтому для теплосъёма реактор снабжен рубашкой и волнорезами, где циркулирует деминерализованная вода.

Исходным веществом для получения порошка ПП является пропилен высшего сорта объёмной концентрацией не ниже 99,8%. Во избежание попадания в реактор механических примесей, все реагенты – пропилен, этилен, водород, нефрас, триэтилалюминий (ТЭА) – проходят обязательную фильтрацию.

В процессе полимеризации в среднюю часть реактора подаётся нефрас, ТЭА, катали-

затор и донор. В нижнюю часть реактора через штуцер подаётся пропилен, водород и этилен в случае получения статсополимера. Расход ТЭА связан соотношением с расходом нефраса, а расход донора – с расходом ТЭА. Количество катализатора зависит от интенсивности протекания реакции.

При подаче компонентов смесь газов барботирует через жидкую фазу, частично растворяется в ней и вступает в химическую реакцию. Основными параметрами для нормального протекания процесса являются давление газовой фазы 6–9 кгс/см<sup>2</sup>, уровень суспензии 65–80%, концентрация водорода и температура суспензии 70–80 °С.

Повышение давления приводит к резкому увеличению растворимости пропилена, что ведёт к дополнительным затратам на дегазацию его и конденсацию паров растворителя на последующих стадиях.

Повышение температуры увеличивает скорость реакции и выход ПП, но также приводит к увеличению выхода атактического полимера, который ухудшает теплообмен и уменьшает растворимость пропилена. При увеличении температуры до 85 °С частицы порошка слипаются, образуются волокна и конгломераты, которые забивают линию выгрузки и реакторы. Химическая реакция становится неуправляемой.

Объёмная концентрация водорода в газовой фазе реакторов поддерживается, в зависимости от получаемой марки полипропилена.

После первичных реакторов получившаяся суспензия выгружается во вторичные реакторы дополимеризации. В эти реакторы не подаются реагенты. Давление во вторичном реакторе не более 5,5 кгс/см<sup>2</sup> поддерживается за счет дегазации пропилена, растворённого в нефрасе. Концентрация водорода в газовой фазе вторичных реакторов должна быть не менее 60% от концентрации водорода в газовой фазе первичных

реакторов.

Следующим этапом суспензия попадает в ёмкости-дегазаторы. Отделение непрореагировавшего растворенного в нефрасе пропилена происходит за счет уменьшения его растворимости в нефрасе при снижении давления до 0,4 кгс/см<sup>2</sup>. В дегазаторе суспензия разбавляется нефрасом. Отделившаяся газовая смесь из верхней части дегазатора проходит через конденсатор и поступает в узел сбора и утилизации газообразных отходов. Сконденсировавшийся нефрас из конденсатора сливается обратно в дегазатор.

Далее суспензия ПП проходит стадию центрифугирования, где полимер отделяется от нефраса, содержащего растворенную фракцию атактики, и попадает на стадию сушки горячим азотом в двухступенчатом сушильном агрегате, состоящем из пневматической сушилки и двухкамерной сушилки «кипящего» слоя.

После сушки порошок ПП пневмотранспортом подаётся на узел гранулирования, где порошок расплавляют, добавляют специальные аддитивы и гранулируют. В итоге получается товарный полипропилен в виде гранул.

## САМООРГАНИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СЕТОК В ИНТЕРГЕЛЕВОЙ СИСТЕМЕ ПОЛИАКРИЛОВАЯ КИСЛОТА – ПОЛИ-4-ВИНИЛПИРИДИН ПРИ СОРБЦИИ ИОНОВ НЕОДИМА

Р.Г. Кондауров<sup>1</sup>, Г.К. Ескалиева<sup>1</sup>, С.А. Хакімжанов<sup>2</sup>  
Научный руководитель – д.х.н., главный научный сотрудник Т.К. Джумадилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»  
050010, Казахстан, г. Алматы, Ш. Уалиханова 106

<sup>2</sup>ЗАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»  
050013, Казахстан, г. Алматы, ул. Сатпаева 22а, sergali1994@inbox.ru

Известно, что в гидрометаллургии в процессе выделения металлов из промышленных растворов широкое применение нашли ионообменные смолы, которые используются для селективного извлечения ионов металлов. Актуальность данной работы заключается в использовании полимерных гидрогелей как высокоселективного сорбента для ионов неодима, поскольку данный металл имеет высокую промышленную ценность. Была исследована сорбция ионов неодима из водных растворов интергелевой системой, состоящей из двух гидрогелей, имеющих в своей конфигурации функциональные ионогенные группы: карбоксильную для гидрогеля полиакриловой кислоты (гПАК), и атом азота, имеющий неподеленную электронную пару, сопряженный в пиридиновом кольце в цепи гидрогеля поли-4-винилпиридина (гП4ВП). В связи с этим, данные полимерные гидрогели проявляют высокую сорбционную способность по отношению к ионам металлов за счет комплексообразования, где в роли лигандов выступают функциональные группы гидрогелей.

В работе была исследована взаимная активация двух гидрогелей: гПАК и гП4ВП при разных

молярных соотношениях и проведена сорбция ионов неодима из водного раствора нитрата неодима с концентрацией  $C(\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 50$  мг/л, также были сопоставлены степени сорбции гПАК с различной степенью сшивки, соответственно отразившихся на различиях в степени набухания:  $\alpha = 24,3$  и  $\alpha = 62,24$ . В течение сорбции были измерены следующие параметры: электропроводность и pH растворов соли, степени набухания гидрогелей, степень сорбции ионов  $\text{Nd}^{3+}$ . Также, для выявления процесса взаимной активации гидрогелей, были получены данные параметры по отношению к системам индивидуальных гидрогелей.

По полученным данным установлено, что электропроводность в общем случае возрастает в течение 48 часов, по сравнению со значением электропроводности исходного раствора, однако проходит через минимум через 24 часа после начала сорбции для гПАК со степенью набухания  $\alpha = 24,3$ , что связано с падением общей концентрации ионов в результате сорбции, и достигает максимума через сутки. С другой стороны, электропроводность в интергелевых системах гПАК ( $\alpha = 62,24$ ): гП4ВП плавно увеличивается в течение 3 часов, затем остается без значительного