**План.**

Введение.

1. Описание технологического процесса производства продукции и его характеристика.
   1. Характеристика получаемой продукции.
   2. Характеристика используемого сырья.
   3. Характеристика технологии производства продукции.
2. Динамика трудозатрат при развитии технологического процесса.
3. Уровень технологии технологического процесса.
4. Структура технологического процесса.

Заключение.

Список используемой литературы.

***Введение.***

**В настоящее время наряду с чёрными и цветными металлами, деревом, кожей, бетоном, керамикой и другими силикатными материалами широко используются синтетические материалы, получаемые в результате химических процессов полимеризации и поликонденсации.**

***Пластмассами* называются такие материалы, которые содержат в качестве основного компонента полимер.**

**Существует много различных видов пластмасс, но все они объединяются тем, что главной составной частью их являются высокомолекулярные органические соединения, построенные из молекул-гигантов, обладающих молекулярным весом в десятки и сотни тысяч и даже в миллионы единиц.**

**Пластические материалы с каждым годом охватывают новые области применения, в том числе и судостроение, и значение их в народном хозяйстве всё время возрастает. Это объясняется:**

1. **Практически безграничной сырьевой базой для получения пластмасс (попутные нефтяные газы, продукты пиролиза нефти, угля, сланцев);**
2. **Ценными эксплуатационными свойствами пластиков;**
3. **Возможностью применения пластических вместо других дефицитных и дорогих материалов.**

**Пластмассы заменяют легированную сталь и различные металлы, стекло, а вспененные полимеры – пенопласты используются вместо войлока и ваты в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов.**

**Фенопласты относятся к первым пластическим массам, полученным реакцией поликонденсации. В эпоху бурного развития пластмасс трудно дать прогноз относительного будущего фенопластов – наиболее старых полимерных материалов. Однако с уверенностью можно сказать, что и в настоящее время они не утратили своего значения.**

**1.Описание технологического процесса производства продукции и его характеристика.**

**Характеристика получаемой продукции.**

***Применение фенопластов.***

**ФЕНОПЛАСТЫ - это разнообразные пластические массы на основе феноло-альдегидных смол. Это незаменимые материалы для изготовления деталей технического назначения, работающих в условиях высоких темпиратур и повышенной влажности, радиотехнической аппаратуры, водо- и кислотостойких изделий, футеровочной плитки, изделий, обладающих высокими фрикционными свойствами (тормозные колодки), химической аппаратуры, в машиностроении для изготовления колес, шестерен, в электротехнике, автомобиле- и судостроении.**

**Фенопласты – наиболее ''старые'' из всех пластиков. Первый фенопласт в России был получен в 1913 г.**

**Фенопласты были первыми промышленными синтетическими реактопластами. Толчком к их производству послужил как дефицит природного сырья, так и необходимость замены природных материалов синтетическими.**

**В настоящее время фенопласты применяют не только как поделочный, но и как конструкционный материал.**

**Одной из наиболее перспективных областей применения фенопластов является судостроение. Уже сейчас из них создают крупногабаритные детали корпусных конструкций и строят целые корпуса мелких судов, спасательные плоты, пластмассовые рубки и надстройки металлических судов, изготавливают переборки и палубные настилы.**

**Обширное применение пластики находят в судовом машиностроении (гребные винты, корпусные маслёнки).**

**Пластики являются одним из основных материалов для электронавигационного и радиотехнического оборудования судов, средств судовой автоматики, связи.**

**Пластические массы с успехом используются как декоративно-отделочные материалы и материалы для изготовления деталей оборудования судовых помещений, дельных вещей, мебели, светотехнической арматуры, санитарно-технического оборудования и т.д.**

**Легковесные пластики с успехом выполняют роль тепло- гидро- и звукоизоляционных материалов.**

**Введение в строительство фенольных смол обеспечивает более надёжное соединение материалов; нанесение тонких слоёв возможно при применении пластомеров на основе фенольных смол, чем, например, при применении цементного раствора, так как первая композиция эластичнее, а отношение прочности при растяжении к прочности при сжатии у неё тоже предпочтительней.**

**Пластобетоны, на основе фенольных смол, обладая высокой прочностью при растяжении и малой плотность, особенно хорошо подходят для изготовления плит монтажных перекрытий. Процент брака при изготовлении плит из этого бетона меньше, чем в случае обычного бетона. Сокращение цикла изготовления бетона возможно за счёт термообработки.**

**С целью упрочнения форм для изготовления черепицы в гончарной промышленности используют пластгипс с добавлением водоэмульсионной фенольной смолы. Это способствует повышению прочности при растяжении, износостойкости и поверхностной твёрдости, благодаря чему увеличивается срок службы форм.**

**Свойства пористого материала, идущего на изготовление влаговпитывающих форм для фасонного литья и прессования керамических изделий, могут быть улучшены введением фенольных смол. Так, если в воду для затворения гипса добавить жидкую фенольную смолу, повышаются твёрдость и износостойкость форм, но увеличивается время схватывания.**

**Волокна, на основе фенольных смол, применяют для тепло- и звукоизоляции. Волокна изготавливают способом дутья, получают из них войлок, который пропитывается смолой и в дальнейшем перерабатывают в маты, плиты, оболочки и т.д.**

**Хорошими свойствами обладают смеси резольных и новолачных смол. Они могут с успехом применяться в виде порошков, растворов или водных эмульсий в качестве связующего для минеральных волокон, так как их текучесть до отверждения исключительно высока. Вместе с тем эти смеси способны вспениваться и легко напыляются на волокна.**

***Классификация фенопластов.***

**В зависимости от соотношения фенола и альдегида различают:**

* **Резольные**
* **Новолачные смолы (фенопласты).**

***Резольные смолы* получают при поликонденсации с избытком альдегида (отношение альдегида к фенолу 6 : 5 или 7 : 6) и при щелочном катализаторе (гидроксид натрия, калия). Резольные смолы термореактивны, для их отверждения нужен лишь нагрев, отвердители не используются. Продукты такой термической реакции называются *резитами.***

***Новолачные смолы* получают при поликонденсации с избытком фенола (отношение фенола к альдегиду в молях 6 : 5 или 7 : 6) и при кислом катализаторе (соляная или щавельная кислота). Новолачные смолы термопластичны, они растворяются в спирте и ацетоне; выпускают их в виде порошка. Новолачная смола отверждается при нагреве с применением отвердителя.**

**В зависимости от применяемых наполнителей различают:**

* **Пресс - порошки – с порошковым наполнителем;**
* **Волокниты – с хлопковым наполнителем;**
* **Стекловолокниты – со стеклянным волокном;**
* **Асбоволокниты – с асбестовым волокном;**
* **Крошкообразные пресс-материалы – с наполнителем в виде обрезков пропитанной смолами ткани или древесного шпона;**
* **Слоистые пластики – с листовым наполнителем.**

***Пресс-порошки* представляют собой композиции, в состав которых входят связующие наполнители, отвердители, смазки, красители и другие специальные добавки. Связующими являются новолачные или резольные смолы в твёрдом или жидком виде.Наполнителями служат древесная мука, каолин, мумия, стеклянные микросферы, литопон и др. В качестве отвердителя применяют в основном уротропин.**

**Смазку добавляют для устранения прилипания пресс-изделий к пресс-формам. В качестве смазки применяют стеариновую или олеиновую кислоту, а также их соли.**

**Красители для пресс-порошков должны обладать термостабильностью, а также стойкость по отношению к аммиаку и другим химически активным веществам.**

***Волокнит* – основной вид пресс-материалов с повышенными механическими свойствами. Волокниты применяют для изготовления деталей, работающих при повышенных механических нагрузках (кулачки, шестерни, рукоятки и др.)**

***Асбоволкнит и стекловолокнит* применяются в основном для изготовления методом прессования тормозных колодок и других изделий, работающих при повышенных температурах и значительных механических нагрузках.**

***Слоистые пластики* – это полимерные материалы, армированные параллельно расположенными слоями наполнителя. В качестве наполнителя применяют ткани, бумагу, фанерный шпон и другие материалы. В зависимости от природы наполнителя слоистые пластики разделяют на следующие виды:**

* **Текстолит – с тканевым наполнителем;**
* **Асботекстолит – на асбестовой ткани;**
* **Стеклотекстолит – на стеклянной ткани;**
* **Гетинакс – с бумажным наполнителем;**
* **Древеснослоистые пластики – с древесным шпоном.**

***Свойства фенопластов.***

**Фенопласты обладают рядом ценных физико-механических и химических свойств, которые предопределяют их использование в народном хозяйстве.**

***Малый удельный вес.* Удельный вес фенопластов колеблется в пределах 1,0-1,8 г/см3 и в среднем составляет 1,4 г/см3. Если учесть, что удельный вес дюралюминия равен 2,8, а стали – 7,8, меди – 8 г/см3, то вес фенопластов в среднем в 5 раз меньше удельного веса чёрных и цветных металлов и почти в два раза меньше удельного веса дюралюминия.**

***Высокая антикоррозионная стойкость.* Известно, что фенопласты совершенно не подвергаются электрохимической коррозии и очень стойки при воздействии различных агрессивных химических сред.**

**Изделия из фенопластов обладают хорошей влагостойкостью, масло- и бензостойкостью и достаточно высокой стойкостью к действию кислот и других химических реагентов. Однако они недостаточно стойки к действию щелочей и концентрированных кислот; слоистые и волокнистые фенопласты отличаются, кроме того, повышенной механической прочностью.**

***Диэлектрические свойства.*  Фенопласты, как и все пластмассы, прекрасные диэлектрики в условиях использования постоянного и переменного тока.**

**Они широко применяются как высококачественные диэлектрики и в этом отношении являются очень хорошими материалами, которые используются в радиосвязи и др.**

***Цвет.* Фенопласты хорошо окрашиваются в любые цвета. При использовании стойких красителей они могут долго сохранять его. На поверхности фенопластов могут быть нанесены рисунки, которые в процессе изготовления изделия покрываются прозрачной и прочной плёнкой. Это позволяет получать не только высококачественные имитации ценных пород дерева, или минералов, но и создавать новые декоративно-отделочные материалы.**

**Фенопласты пропускают лучи света в диапазоне волн и, в частности, ультрафиолетовую часть спектра, благодаря чему они значительно превосходят силикатное стекло.**

***Механические свойства.* Фенопласты, как и все пластмассы, обладают хорошими механическими свойствами. В зависимости от состава и наполнителя могут быть получены твёрдые и прочные материалы или же гибкие высокоэластичные плёнки и волокна.**

**Существует ряд фенопластов, которые по своей прочности превосходят чугун и сталь.**

**Если взять так называемую весовую прочность, которая представляет собой отношение предела прочности к удельному весу, то для конструкционной стали она будет составлять примерно 1600кг, а для фенопластов – 1650кг.**

**Таким образом, почти при одном и том же весе конструкция из фенопластов будет по прочности соответствовать стали.**

***Антифрикционные свойства.* Многие фенопласты обладают высокими антифрикционными свойствами. Стойкость к истиранию у некоторых фенопластов при высоких удельных нагрузках в несколько раз превышает стойкость антифрикционной бронзы. Имеются фенопласты, которые могут работать без смазки в течении длительного периода времени.**

***Теплоизоляционные свойства.* Все фенопласты, как правило, плохо проводят тепло. Их коэффициент теплопроводности равен 0,3 – 0,4 ккал/м·часºС.**

***Адгезионные свойства.* На основе фенопластов, как и пластмасс, изготавливают клей для металлов, дерева и других материалов. Особенно ценным свойством клеев на основе полимеров является их высокая адгезия к металлам.**

**Исходя из этих свойств, уже сейчас ставится вопрос о замене паяния металлов различными соединителями при помощи клеев. Учитывая разработку ещё более прочных клеев, следует ожидать, что в отдельных случаях сварка металлов также может быть заменена склеиванием.**

***Недостатки фенопластов.* В некоторых областях народного хозяйства фенопласты могут не применятся.**

**Фенопласты, будучи представителями пластмасс, не могут проводить электрический ток и тепло (хотя в отдельных случаях можно улучшить эти свойства электро- и теплопроводным введением в состав графита или порошкообразных металлов).**

**Как все материалы органического происхождения, фенопласты обладают сравнительно невысокой теплостойкостью. Их эксплуатационная температура до последнего времени не превышала 100 - 120ºС. Это обстоятельство явилось значительным препятствием при испытании фенопластов в промышленности. К числу недостатков следует отнести способность поглощения ими воды и набухание, что влечёт за собой увеличение размеров и уменьшение механической прочности. Поэтому в необходимых случаях следует использовать материалы с минимальным водопоглощением или покрытые водостойкими плёнками.**

**Фенопласты, как некоторые металлы и пластмассы, чувствительны к длительным и знакопеременным нагрузкам. При длительном соприкосновении в особенности с горячей водой изделия из фенопластов выделяют некоторое количество фенола и формальдегида. Поэтому фенопласты не могут применяться для изготовления пищевой посуды.**

**Серьёзным недостатком является их слабая светостойкость и запах, что связано с содержанием в них некоторого количества свободного фенола. Окисляясь на воздухе фенолы образуют окрашенные соединения. Вследствие этого естественный желтоватый и светло-коричневый цветы фенопластов переходят в пятнистый красно-коричневый. В связи с этим изделия из фенопластов обычно окрашиваются в коричневый и чёрный цвета.**

**В соответствии с ГОСТ 5689-79 (Массы прессовочные фенольные. Технические условия) определяются следующие марки фенопластов, которые приведены в таблице:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | **Группа** | **Марка** | **Основной наполнитель** | **Метод обработки** |
| **Общего назначения (О)** | **Новолачная без электрических показателей (02)** | **02-010-02** | **Органический** | **Компрессионное и литьевое прессование** |
| **Специальный безаммиачный (Сп)** | **Резольная с электрическими показателями (Сп1)**  **Резольная с повышенными механическими показателями** | **Сп1-342-02**  **Сп3-342-02** | **Органический**  **Органический** | **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное и литьевое прессование** |
| **Электроизоляционный (Э)** | **Резольная эмульсионная с повышенными механическими показателями (Э2)**  **Резольная безаммиачная с повышенными электрическими показателями и водостойкостью (Э9)**  **Резольная безаммиачная с высокой водостойкостью и повышенными электрическими показателями (Э10)** | **Э2-330-02**  **Э9-342-73**  **Э10-342-63** | **Органический**  **Органический и минеральный**  **Органический и минеральный** | **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное и литьевое прессование** |
| **Влагохимостойкий (Вх)** | **Новолачная водостойкая с повышенными показателями термостойкости и электрической прочности (Вх5)** | **Вх5-010-73** | **Органический и минеральный** | **Компрессионное прессование** |
| **Ударопрочный (У)** | **Резольная с электрическими показателями (У1)**  **Резольная без электрических показателей (У2)**  **Новолачная с высокими электрическими показателями (У4)** | **У1-301-07**  **У2-301-07**  **У4-080-02** | **Органический**  **Органический**  **Органический** | **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное**  **прессование** |
| **Жаростойкий (Ж)** | **Новолачная с повышенной ударной вязкостью (Ж2)**  **Новолачная с высокими показателями текучести и водостойкости (Ж3)**  **Новолачная с высокой теплостойкостью и стойкостью к действию накала (Ж7)** | **Ж2-010-60**  **Ж3-010-62**  **Ж7-010-83** | **Органический и минеральный**  **Минеральный**  **Минеральный** | **Компрессионное**  **прессование**  **Компрессионное и литьевое прессование**  **Компрессионное**  **прессование** |

**Обозначение марки фенопласта состоит из названия марки «фенопласт», обозначения группы, смолы, наполнителя и цвета в соответствии с ОКП РБ.**

.

**В соответствии с ГОСТ 5689-79 (Массы прессовочные фенольные. Технические условия) определяются следующие показатели качества для некоторых видов фенопластов, которые приведены в данной таблице:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателя** | 02-010-02 | 03-010-02 | Сп1-342-02 | Сп3-342-02 | Э2-330-02 | Э9-342-73 | Э10-342-63 |
| **Коэффициент уплотнения** | 2,8 | 2,8 | 2,6 | 2,6 | 4,0 | 2,3 | 2,1 |
| **Удельный объём, мл/г, не более** | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,8 | 2,2 | 2,2 |
| **Ударная вязкость на образцах с надрезом, кДж/м2** | 1,9-2,3 | 2,1-2,8 | 1,86 | 2,5-3,0 | 2,0-2,2 | 2,41 | 1,96 |
| **Разрушающее напряжение при сжатии, Мпа** | 150-160 | 150-170 | 137 | 145-165 | 145-170 | 147 | 147 |
| **Относительное удлинение при разрыве, %** | 0,6-0,8 | 0,6-0,8 | - | 1,4-2,1 | 0,6-0,7 | 2,2-2,5 | 2,0-2,7 |
| **Модуль упругости при изгибе, Мпа** | (6,9-7,8)\*103 | (7,4-7,8) \*103 | (6,9-8,8) \*103 | (5,9-7,4) \*103 | (8,1-8,6) \*103 | (8,8-9,8) \*103 | (7,8-8,8) \*103 |
| **Твёрдость, Мпа** | 245-294 | 245/294 | 196 | 304-343 | 294-243 | 363-392 | 294 |
| **Коэффициент трения** | - | 0,410-0,420 | 0,495-0,500 | 0,300-0,325 | 0,450-0,460 | 0,340-0,365 | 0,340-0,370 |
| **Износ (по стали), мг/ч** | - | 5-6 | 9-10 | 26-27 | 60-65 | 4-5 | 2-3 |
| **Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не менее** | 1\*1012 | 1\*1012 | 1\*1013 | 5\*1013 | 5\*1013 | 1\*1013 | 1\*1013 |
| **Удельное объёмное электрическое сопротивление Ом, не менее** | 1\*1011 | - | - | - | - | - |  |
| **Электрическая прочность, кВ/мм, не менее** | 10 | 14 | - | - | - | - | - |
| **Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте 106Гц** | 0,03-0,05 | 0,20-0,30 | 0,06 | 0,04-0,05 | Не более 0,04 | 0,02-0,03 | 0,02-0,03 |
| **Диэлектрическая проницаемость при частоте 50Гц** | 6,0-9,0 | 6,0-9,0 | 10,2-10,8 | 5,0-6,0 | 7,5-9,6 | 8,2-8,9 | 8,0-8,9 |
| **Диэлектрическая проницаемость при частоте 106Гц** | 5,0-6,0 | 4,5-8,0 | 5,0-6,0 | 4,0-5,0 | 5,0-6,0 | 5,4-5,5 | 5,4-5,5 |
| **Маслостойкость за 24ч, %** | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| **Бензиностойкость за 24 ч, %** | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| **Температура хрупкости при изгибе, ºС** | -60 | -60 | - | - | - | - | - |
| **Удельная теплоёмкость, Дж/кг, при 20-30ºС** | 1340-1382 | 1340-1382 | 2345 | 1160 | 1465-1507 | 12885 | - |
| **Теплопроводность, Вт/м. К, при 20-30ºС** | 0,21-0,23 | 0,21-0,23 | 0,16 | 0,21 | 0,21-0,23 | 0,42 | 0,41 |
| **Коэффициент линейного теплового расширения, 1/град, при 30-150ºС** | (4,5-5,3)\*10-3 | (4,6-5,3)\*10-5 | (3,5-4,0) \*10-5 | - | (4,6-5,3)\*10-5 | (5,0-7,0) \*10-5 | 2,5\*10-5 |
| **Температуропроводность при 20-25ºС, м/с** | - | 0,20\*10-6 | 0,18\*10-6 | 0,13\*10-6 | 0,18\*10-6 | 0,19\*10-6 | - |
| **Рабочая температура, ºС** | - | От –50 до +110 | От –60 до +115 | От –50 до +110 | От –60 до +115 | От –50 до +125 | От –50 до +125 |
| **Коэффициент вязкости при 120ºС, Па\*с** | - | (8-20)\*106 | (14-20) \*106 | 14\*106 | (20-40) \*106 | (10-15) \*106 | (4-8) \*106 |
| **Время отверждения при 170ºС и напряжение сдвига 5,9 Мпа, с** | - | 50-80 | 120-150 | 115 | 120-140 | 120-140 | 110-140 |
| **Время выдержки, с, не более** | 80 | 70 | - | - | - | - | - |
| **Теплостойкость по Мартенсу, ºС, не менее** | - | - | 130 | 130 | - | - | - |
| **Водопоглощение, мг, не более** | - | - | 55 | 55 | - | - | - |
| **Плотность, г/см3, не более** | 1,45 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,37-1,42 | 1,85 | 1,85 |
| **Насыпная плотность, г/см3, не менее** | 0,50 | 0,45-0,75 | 0,50 | 0,50 | 0,30 | 0,80 | 0,80 |
| **Ударная вязкость по Изоду, кДж/м2** | - | 3,3-6,0 | - | - | 2,6-3,2 | - | - |
| **Температура деформации под нагрузкой в воздушной среде при напряжении 1,8 Мпа\*с** | - | 140-170 | - | 130-140 | 135-140 | - | - |
| **Усадка, %** | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 | 0,4-0,8 |

**Характеристика используемого сырья.**

***Основным сырьём* для получения фенопластов являются фенолы (в том числе замещённые), крезолы, ксиленолы и резорцин, а также формальдегид и фурфол.**

***Фенол* – бесцветное кристаллическое вещество с характерным запахом, температура плавления равна 40,9ºС, кипения – 181,8ºС, плотность – 1032 кг/м3. Примеси, например вода и крезолы, значительно снижают температуру плавления фенола. Водные растворы щелочей легко растворяют фенол с образованием фенолятов. Фенол растворяется также в формалине, этиловом спирте, диэтиловом эфире, глицерине, бензоле, скипидаре, жирных кислотах и их эфирах.**

**Химическая активность фенола при синтезе фенопластов определяется наличием в его молекуле трёх подвижных атомов водорода – двух *орто*- и одного в *пара*-положении к гидроксильной группе.**

***Крезол* имеет три изомерные формы: *0-*крезол (температура плавления равна 31ºС, а кипения - 191ºС), *м*-крезол (температура плавления равна 12,2ºС, а кипения – 202,2ºС), *n*-крезол (температура плавления равна 34,7ºС, а кипения – 201,9ºС).**

**Поскольку фенолы присоединяют формальдегид лишь в *орто-* и *пара-*положения к гидроксильной группе, наибольшей функциональностью обладает *м*-крезол, имеющий три подвижных водородных атома и образующий вследствие этого термореактивные олигомеры: *о-* и *n*-крезолы, имеющие по два подвижных атома водорода, образуют термопластичные олигомеры.**

***Ксиленолы* существуют в виде шести изомеров. Технический ксиленол – смесь изомеров – вязкая маслянистая жидкость от коричневого до чёрного цвета с сильным неприятным запахом, температура кипения равна 200 – 220ºС, плотность – 1040кг/см3, растворяется в 10%-ном водном растворе щёлочи. Основными источниками получения ксиленола являются крезольные фракции смол, образующихся при термической обработке топлив.**

***Резорцин*  - белое кристаллическое вещество, с температурой плавления равной 110,8ºС, кипения – 276,5ºС. он растворим в воде, спирте, диэтиловом эфире и глицерине.**

**Характеристика технологии производства продукции.**

**Фенопласты представляют собой продукты поликонденсации, которые образуются в результате взаимодействия фенолов и альдегидов.**

**Образование нерастворимых и неплавких продуктов поликонденсации достигается с помощью реакций отверждения (Отверждение – это доведение процесса поликонденсации до стадии, на которой достигаются необходимые свойства продукта), в результате которой происходит смешивание молекул. Эта реакция может проводится в несколько стадий – до состояния резита, т.е. продукта полного отверждения, или до получения частично отверждённого продукта.**

**Процесс поликонденсации зависит от следующих факторов, которые существенно влияют на строение и свойства конечного продукта:**

* **Функциональность и реакционная способность исходных фенолов;**
* **Тип катализатора;**
* **Мольное соотношение фенол:альдегид;**
* **Продолжительность и температура реакции;**
* **pH реакционная среда.**

**При поликонденсации фенолов с альдегидами в зависимости от природы сырья и условий реакции могут быть получены либо термопластичные, либо термореактивные смолы.**

**Поликонденсацию в любой момент можно приостановить и при необходимости продолжить. Стадии поликонденсации классифицируют по общим свойствам фенопластов:**

* **стадия А – резолы или новолаки, плавкие и нерастворимые;**
* **стадия В – резолиты, ещё формующиеся при нагревании и способные к набуханию;**
* **стадия С – резиты – конечные продукты поликонденсации, неплавкие, нерастворимые.**

**Обычно для производства фенолоальдегидных смол применяют герметичные вакуумные реакторы, соединённые с трубчатым холодильником и оборудованные устройством для обогрева, анкерной мешалкой, термометром, манометром, смотровым стеклом. Для сбора отгоняемого в ходе поликонденсации дистиллята имеются два сборника, из которых дистиллят отводится в общую ёмкость.**

**Реакторы изготавливают из материалов, обладающих хорошей теплопроводностью – медь, легированные стали, никель, сплавы, легированные молибденом, и эмалированное железо.**

**Поликонденсацию можно проводить в одну или несколько стадий, при этом можно изменять количество вводимых формальдегида и катализатора, а также регулировать рН в ходе реакции.**

**В конце поликонденсации после образования эмульсии смолы в воде проводят обезвоживание и удаление низкомолекулярных или летучих компонентов. Это следует проводить особенно тщательно. При этом происходит укрупнение молекул, что приводит к повышению вязкости и сокращению стадии В. Обезвоживание проводят при пониженном давлении или в обычных условия. Готовые смолы (фенопласты) затем выгружают из реактора в холодильные агрегаты для затвердевания. Твёрдую смолу, имеющую температуру плавления 50 – 100ºС, выгружают из охлаждающих устройств и загружают в деревянные барабаны или мешки.**

**Для получения растворов смол или фенопластов в реактор в конце обезвоживания вводят растворитель (этанол, метанол), а затем раствором наполняют бочки или железнодорожные цистерны.**

**Об окончании поликонденсации часто судят по вязкости, являющейся важным показателем для её дальнейшей переработки.**

**Блок-схема технологического процесса производства фенопластов:**

|  |
| --- |
| **Катализатор** |

**Альдегид**

**Фенол**

**Резол**

**новолаки**

**Вода**

**Низкомолекулярные (летучие**) **компоненты**

**Резолиты**

**Резолиты**

**Этанол**

**Метанол**

|  |
| --- |
| **Резиты**  **Растворы смол или фенопластов** |

1. **– перемешивание в герметическом вакуумном реакторе с одновременным нагревом.**
2. **– поликонденсация в трубчатом холодильнике, сбор дистиллята и отвод в общую емкость (стадия А).**
3. **– обезвоживание и удаление низкомолекулярных (летучих) компонентов (стадия В).**
4. **– затвердевание в холодильном агрегате (стадия С).**
5. **–получение растворов.**

**2.Динамика трудозатрат при развитии технологического процесса производства фенопласта.**

Тж (x) = 2500/(17x2+4250)

Tп (x) = 0.002x2+0.5

**1. Определим вариант развития технологического процесса.**

**Для этого по имеющимся зависимостям Тж (t) и Тп (t) построим график изменения затрат живого, прошлого и совокупного труда.**



**Исходя из поведения кривых, вариант развития технологического процесса будет являться ограниченным.**

**2. Выявим характер развития технологического процесса. В данном случае при экономии живого труда за счет роста прошлого процесс развития всегда имеет трудосберегательный характер.**

**3. В случае наличия ограниченного варианта развития технологического процесса установим момент времени, до которого такое развитие целесообразно (т.е. экономический предел накопления прошлого труда).**

Тс (t) = Тж (t) + Tп (t)

(Тс (t))/ = 0

(2500/(17x2+4250)+0.002x2+0.5)/=0



4.Определим тип отдачи от дополнительных затрат прошлого труда.

Тж (x) = 2500/(17x2+4250)

Tп (x) = 0.002x2+0.5



При увеличении Tп Тж будет уменьшаться. Значит тип отдачи – убывающий.

**3.Уровень технологии технологического процесса.**

Ограниченный путь развития называется рационалистическим. Он связан с уменьшением затрат живого труда за счет роста затрат прошлого труда

Воспользуемся моделью рационалистического развития технологического процесса:

 , где L- производительность живого труда, B- технологическая вооруженность, Y- уровень технологии.

Все параметры в данном соотношении являются функциями затрат живого и прошлого труда.



Дадим расчет параметров технологического процесса L, B, Y для момента времени t = 3 года:



С целью упрощения определения границы рационалистического развития рекомендуется использовать понятие относительного уровня технологии:

Y\* = Y/L = 1/Тп



Это означает, что рационалистическое развитие целесообразно.

**4.Структура технологического процесса.**

Структура технологического процесса строится по принципу «матрешки», т.е. низшие по иерархии элементы структуры являются составной частью более высоких. Таким образом, технологический процесс состоит из технологических операций, которые, в свою очередь, подразделяются на технологические и вспомогательные переходы. Технологические же переходы включают рабочие и вспомогательные ходы.

Теперь дадим графическое изображение структуры технологического процесса.

Пооперационная структура технологического процесса производства фенопласта:

**Перемешивание фенола и альдегида** **совместно с катализатором**

**Получение растворов**

**Затвердевание**

**Обезвоживание и удаление низкомолекулярных (летучих) компонетов**

**Поликонденсация**

**Нагрев компонентов**

Предметные связи ( ), временные связи ( ).

Структура операции поликонденсации процесса производства фенопласта:

**Вспомогательный переход**

**Сбор дистиллята и отвод в общую ёмкость**

**Технологический процесс**

**Физико-химическое превращение исходного сырья**

**Вспомогательный переход**

**Подача смеси нагретых компонентов в трубчатый холодильник**

Предметные связи ( ), временные связи ( ).

Структура технологического перехода операции поликонденсации производства фенопласта:

**Вспомогательный ход**

**Движение разогретой смеси компонентов по трубчатому холодильнику**

**Вспомогательный ход**

**Движение дистиллята к выходу из трубчатого холодильника**

**Рабочий ход**

**Действие холода на разогретую смесь компонентов**

Предметные связи ( ), временные связи ( ).

По характеру технологического цикла технологический процесс производства фенопласта является непрерывным. Данный процесс характеризуется одновременным осуществлением и рабочих и вспомогательных действий (они совместны во времени, но разнесены в пространстве). Именно по этой причине такие процессы обладают наивысшей производительностью.

***Заключение.***

Объём производства и переработки фенопластов весьма значителен и продолжает увеличиваться, хотя по темпам роста производства эти материалы уступают ряду других поликонденсационных и особенно полимеризационных пластмасс.

Переработкой фенопластов заняты во всех отраслях народного хозяйства: химической промышленности, в машино-, приборо-, судо-, авиастроении.

Десятки тысяч рабочих разных профессий, бригадиров, мастеров создают изделия из фенопластов. Главная их задача – обеспечить качество изделий при наивысшей производительности. На это направлены усилия и технологов, разрабатывающих прогрессивные, интенсивные технологические процессы; и конструкторов, которые создают автоматически действующее оборудование, которые сберегают время и освобождают рабочего от тяжёлых нагрузок.

Развитие промышленности фенопластов характеризуется бурным ростом. Если в 20 годах производство фенопластов исчислялось всего лишь десятками тысяч тонн, к настоящему времени оно приблизилось к 70 млн. тонн.

В нашей стране темпы роста производства можно охарактеризовать следующими данными: если в 1940 г было выпущено всего лишь около 24 тыс. т, то в 1990 – около 40000 тыс.т.

Непрерывное расширение областей применения фенопластов обусловлено их преимуществом по сравнению с другими материалами их высокой экономической эффективностью использования во всех отраслях народного хозяйства: сокращаются капиталовложения в промышленность и затраты на материалы, понижается стоимость изделий и во многих случаях увеличивается их долговечность. Одна тонна пластмасс заменяет, как правило, несколько тонн металла. В тоже время снижаются энергетические затраты. Так, на производство и переработку пластмасс требуется нефти как энергетического сырья в 5 раз меньше, чем для того же количества алюминия, и в 3 раза меньше, чем для жести.

***Список литературы:***

1. **А. В. Войчак ''Товароведение промышленного сырья и материалов'' Киев, 1989.**
2. **Бахман А. , Мюллер К. ''Фенопласты'' М,1978.**
3. **Архангельский Б. А. ''Пластические массы. Справочное пособие'' Л, 1961.**
4. **Г. И. Кутятин ''Пластические массы и товары бытовой химии'' М, 1982.**
5. **Е. А. Брацыхин ''Технология пластических масс'' Л,1982.**
6. **''Технология важнейших отраслей промышленности'' под редакцией А. М. Гинберга М, 1985.**
7. **Никифоров ''Технология металлов и других конструкционных материалов'' Сп,2000.**
8. **ТН ВЭД РБ Мн, 1992.**
9. **ОКП РБ**
10. **ГОСТ 5689-79 (Массы прессовочные фенольные. Технические условия).**