

**УДК 66.028**

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИКАРБОНАТОВ: АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОБАВЛЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ПОДГОТОВКЕ НАЧАЛЬНОЙ СМЕСИ

М.А. Иванова, студентка гр. ХТТб-21-1, 3 курс; А.А. Мозгалева, студентка гр. ХТТб-21-1, 3 курс;

Белозерова Ольга Викторовна, к.х.н., доцент кафедры химической технологии им. Н.И. Ярополова

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»  
г. Иркутск

**Аннотация:** в данной работе было разработано решение импортозамещения оборудования транспортировки сыпучих веществ, а также приготовления начальной смеси с катализатором для повышения эффективности производства поликарбонатов. В результате работы было предложено несколько решений: автоматизация подачи катализатора, для удобства управления процессом и сокращения времени загрузки катализатора, и замена катализатора.

**Ключевые слова:** автоматизация, катализатор, отечественный рынок, эффективность производства

### Введение

В результате анализа исходных данных кейса, были выявлены следующие проблемы и вопросы, которые предстоит решить. Красной нитью во всех вопросах прослеживается влияние санкций, усложняющее работу предприятия. СИБУР является лидером по производству полимеров и каучуков в России и в глобальной нефтегазохимии. Поэтому он, как и многие другие предприятия столкнулись со сложностями в производстве.

Одна из основных проблем – менее активное сотрудничество с зарубежными странами и невозможность закупать оборудование, ремонтировать и эксплуатировать его, а также пересчет денежной валюты. Следующая проблема – это поиск достойных альтернативных решений по закупке оборудования у отечественных компаний. И третья проблема – исключение приготовления начальной смеси без добавления катализатора и повышение эффективности производства поликарбонатов.

В результате анализа отечественного оборудования для транспортировки и дозирования порошков в малых количествах, было выявлено, что есть множество компаний способных заменить импортное оборудование на достойном уровне.

В качестве решения проблемы исключения приготовления начальной смеси без добавления катализатора, было предложено автоматизировать подачу катализатора в реактор или объединить технологию замены катализатора и автоматизации подачи.

## Основная часть

Сравнивая зарубежный и отечественный рынки, можно выделить ряд преимуществ и недостатков. К плюсам зарубежного рынка можно отнести: большой выбор предложенных вариантов, разновидностей оборудования; использование новых и модернизированных технологий. Минусами зарубежного рынка является то, что не все страны открыты для экспорта; нет возможности быстрого ремонта или замены в случае поломки; высокая стоимость оборудования; дорогие комплектующие; перевод денежной валюты.

В сравнении рассмотрим плюсы отечественного рынка. К ним отнесем: возможность онлайн консультации; оперативный ремонт, монтаж и замена оборудования; удобная логистика, начиная с покупки и заканчивая установкой. На ряду с достоинствами существуют и свои недостатки, например, ограниченный выбор оборудования.

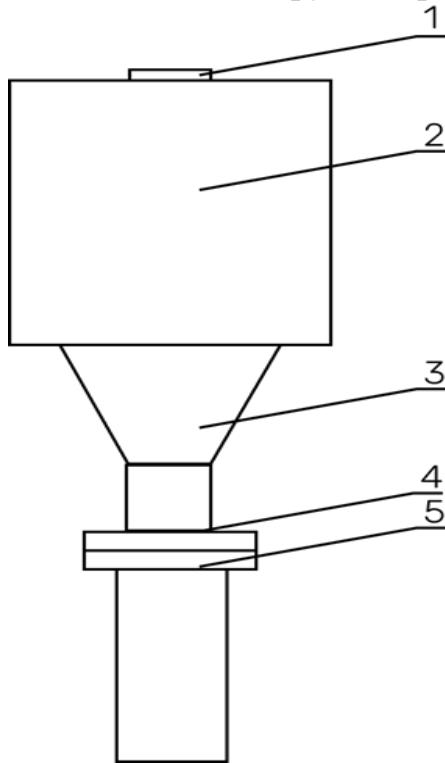
По результатам анализа рынков, был произведен поиск оборудования, которое ускорит и облегчит производство. Так стоял вопрос о транспортировке и дозировке порошков в малых количествах. Существует много видов различного оборудования, были сравнены зарубежные и отечественные разработки [1]. Факторы, которые повлияли на выбор нашего решения, непосредственно связаны с приоритетами компании [2]. Важно, чтобы не возникало разливов или рассыпания на производственной линии, чтобы сохранялась чистота материалов и экономия пространства.

Для транспортировки порошков по линии производства свое предпочтение отдали российской компании «Пневмопушка». Данное оборудование имеет ряд преимуществ, которые повлияли на выбор аппарата. Например, малые габариты аппаратуры, система может быть адаптирована к любому действующему оборудованию, профессиональное обучение персонала. Также компания гарантирует окупаемость оборудования в течение 2-3 месяцев и понижение расходов на электроэнергию [3]. По сравнению с другими производителями как зарубежного, так и отечественного выпуска, пневмотранспортная система компании «Пневмопушка» (г. Москва) уже внедрена и успешно работает на 150 предприятиях России и СНГ.

Система включает в себя три основных узла: блок загрузки, блок управления и узел подачи сжатого воздуха. Блок загрузки материала устанавливается непосредственно на транспортном трубопроводе, что приводит не только к существенному упрощению конструкции и резкому снижению габаритных размеров, но и к изменению принципа перемещения материала по трубопроводу. Вместо пылевоздушной смеси, содержание твердого материала в которой

не превышает 2,5 - 5,0 %, по трубопроводу перемещается «поршень» материала, сформированный узлом загрузки, что обуславливает резкое снижение расхода сжатого воздуха. За один цикл работы установки расход воздуха (норм. куб.м) составляет не более одного объема транспортного трубопровода. Подача сжатого воздуха осуществляется либо от заводской пневмосети, либо от автономного компрессора.

Для рассмотрения проблемы исключения приготовления начальной смеси без добавления катализатора, было предложено 2 варианта решения. Первый – автоматизация подачи катализатора в реактор. На данный момент загрузка осуществляется ручным способом, что является не удобным и времязатратным. Данная технология подразумевает установку бункера с катализатором над фланцем загрузки, в котором автоматизирована задвижка. Между емкостью с катализатором и фланцем помещаем микродозатор, который будет отмерять нужное количество вещества для загрузки в реактор (рис. 1).



1 – крышка контейнера; 2 – емкость для катализатора; 3 – микродозатор; 4 – задвижка; 5 – фланец

Рисунок 1 – Схема установки автоматизации добавления катализатора в реактор R-460

Преимущества данной технологии в том, что процесс загрузки катализатора станет дистанционным, дозирование будет производиться с высокой точностью, благодаря микродозатору, а размер дозы не будет зависеть от температуры и давления.

Вторым вариантом решения поставленной задачи является объединение технологии замены катализатора и автоматизации подачи. Введение катализатора в виде впрыска можно осуществить если, предварительно приготовить раствор катализатора гидроксида калия, но в реакции смеси дифенилкарбоната

(далее – ДФК) и бисфенола А (рис. 2) может произойти гидролиз из-за взаимодействия с водой. В таком случае появляется сложность в подборе растворителя, который не будет влиять на процесс реакции и на выход продукта.

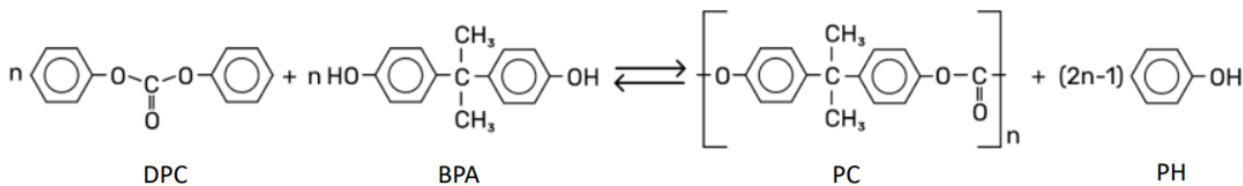


Рисунок 2 – Реакция получения поликарбонатов

Чтобы решить сложившуюся трудность, была разработана альтернатива, в которой в качестве катализатора используется метилат натрия. Температура его плавления – 127°C, что гораздо ниже гидроксида калия – 405°C, поэтому есть возможность нагреть метилат натрия и в жидкой фазе впрыснуть его в реактор с помощью форсунок, чтобы увеличить площадь контакта со смесью ДФК и бисфенола А [4]. Тогда температурный диапазон реакции будет составлять 150-300 градусов. Реакция не изменит свое направление и будет проходить в вакууме при постоянном удалении из зоны реакции выделяющегося фенола. Получаемый вязкий расплав также будет удаляться из реактора, охлаждаться и гранулироваться.

Что касается катализаторов, гидроокись калия представляет собой бесцветные кристаллы, являющиеся сильной едкой щелочью. В свою очередь метилат натрия имеет вид бесцветного порошка, который также является сильной щелочью. Стоимость данных веществ обладает различиями: цена гидроксида калия за килограмм составляет 1200 руб., а для метилата натрия 882 руб./кг, за тонну 1200000 руб. и 882000 руб. соответственно.

### Заключение

Внедрение одной из представленных технологий в производство предусматривает закупку нового оборудования или модернизацию уже существующего. Это повлечет за собой определенные расходы, но увеличит эффективность производства поликарбонатов. Вариант по замене катализатора будет иметь экономический эффект основываясь на сокращении затрат на закупку катализатора, а автоматизация подачи катализатора, может упростить процесс и сократить время его загрузки.

## Список литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с девятого издания 1973 г. – М.: Альянс, 2014. – 752с.
2. «Казаньоргсинтез». [Электронный ресурс] – URL: <https://www.sibur.ru/kazanorgsintez/ru/about/> (дата обращения: 27.11.23)
3. Компания «Пневпопушка» [Электронный ресурс] – URL: <https://pnevmpushka.com/> (дата обращения: 27.11.23)
4. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений. Сост.: Л. Ю. Брусенцева, А.А. Кудряшова – Самара: НОУ ВПО СМИ «РЕАВИЗ», 2011. – 68 с.