

11. Пашенко, Л. П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий [Текст] / Л. П. Пашенко. — М.: Колос, 2002. — 368 с.
12. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [Текст] / А. И. Кобзарь. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 816 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ ДРОЖЖЕЙ

Рассмотрен математический расчет зависимости подъемной силы и осмочувствительности дрожжевых клеток в зависимости от температуры и продолжительности процесса предварительной активации дрожжей (ПАД). Планирование эксперимента было выполнено согласно ортогональному симметричному плану Бокса-Бенкина. В результате проведенных экспериментальных и расчетных задач были определены оптимальные параметры активации дрожжей в присутствии сухой картофельной добавки (СКД).

Ключевые слова: сухая картофельная добавка, предварительная активация дрожжей, подъемная сила дрожжей, осмочувствительность.

Попова Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, кафедра технологий в ресторанном хозяйстве та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна, e-mail: Rez_ok@mail.ru.

Никифоров Радіон Петрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний універ-

ситет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна.

Слащева Аліна Вячеславівна, кандидат технічних наук, кафедра технологій в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна.

Попова Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, кафедра технологий в ресторанном хозяйстве и гостиничного и ресторанного дела, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина.

Никифоров Радіон Петрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий в ресторанном хозяйстве и гостиничного и ресторанного дела, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина.

Слащева Аліна Вячеславівна, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий в ресторанном хозяйстве и гостиничного и ресторанного дела, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина.

Popova Svitlana, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kriviy Rih, Ukraine, e-mail: Rez_ok@mail.ru.

Nykyforov Radion, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kriviy Rih, Ukraine.

Slasheva Alina, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kriviy Rih, Ukraine

УДК 661.743.73

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.51052

**Ал-Хаддад Дж. А.,
Киселёва-Логина Е. В.,
Попов Е. В.**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ 9-СУКЦИНИЛ-8-ДЕКЕНОВОЙ КИСЛОТЫ

Предложены технология и принципиальная схема получения нового поверхностно-активного вещества — 9-сукцинил-8-декеновой кислоты — аддукта малеинового ангидрида и остатка олеиновой кислоты. Представлена блок-схема основных стадий и потоков. Показаны достоинства и недостатки технологии. Оговорено оборудование и особенности технологической схемы, связанные со свойствами исходных веществ и продуктов. Показано, что технология является экологически и экономически выгодной.

Ключевые слова: малеиновый ангидрид, олеиновая кислота, аддукт, технология 9-сукцинил-8-декеновой кислоты, технологическая схема.

1. Введение

Широкая сфера применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) способствует активному развитию технологической промышленности по получению и модификации таких веществ. Высокие требования потребителей к продукции стимулируют промышленность улучшать технологии и качество производства. Так, используемые вещества должны быть безвредны для человека, произ-

ведены из натурального возобновляемого сырья и не должны приносить вред природе. Потому в промышленности наблюдается тенденция поиска новых источников сырья для химических производств, удовлетворяющих всем требованиям. Для исследований данной работы — получения нового поверхностно-активного вещества, таким сырьем избрана олеиновая кислота.

Ранее в [1] рассмотрена возможность взаимодействия малеинового ангидрида (МА) с производными

длинноцепочечных олефинов, на примере олеиновой кислоты. Там же показано, что продуктом такого взаимодействия МА с олеиновой кислотой (ОК) в среде органических растворителей, например, перхлорэтилена, является 9-сукцинил-8-декеиновая кислота. Это вещество представляет практический интерес, как поверхностно-активное вещество.

В ходе исследований были проведены работы по изучению кинетики [2], где определены оптимальные параметры синтеза 9-сукцинил-8-декеиновой кислоты. В результате всей проведенной работы возникла необходимость разработать технологию получения нового поверхностно-активного вещества и предложить ее принципиальную технологическую схему.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Аддукты малеинового ангидрида и олеиновой кислоты представляют довольно большой практический интерес для современной промышленности. Это ПАВ с широким спектром действия от диспергаторов до моющих веществ [3]; сополимеры на основе аддуктов производных ОК и МА с акрилатами могут использовать как добавки меняющие реологические свойства нефти при ее добыче [4]; это и деэмульгаторы [5], необходимые для разрушения так называемой «эмульгированной нефти»; и, конечно, это могут быть полупродукты для дальнейшего синтеза. Основная же роль реакции маллеинизации ненасыщенных жирных кислот состоит в идентификации их.

Если говорить о полупродуктах, то интерес представляет работа [6], где аддукты МА и ОК рассматривают как мономеры для получения полиамидов. Для этого аддукты подвергали имидированию с этилендиамином, а затем полимеризовали полученный имид. Как указано в работе, такой полимер получается растворимый и гибкий. В качестве исходных жирных кислот было использовано соевое масло, содержащее олеиновую, линолеовую и линоленовую кислоты.

При добавлении к маслам от 2 до 10 % малеинового ангидрида можно получить растворимые в воде масла, которые используют в производстве водоэмульсионных красок [7]. Авторами указано, что после высыхания пленки таких красок обладают повышенной устойчивостью к воде. Отмечено, что если к маслам, например соевому или льняному, добавить дегитратированное касторовое масло, которое содержит сопряженные связи, то такой аддукт образует гель. Технология получения подобных масел предложена там же Боллейем. Масло с малеиновым ангидридом нагревают при перемешивании до 200 °С в течение 1 часа, и в течение еще одного часа выдерживают при той же температуре. Затем, медленно, в течение 30 минут повышают температуру до 230 °С, продолжают выдержку еще 2 часа. Полученный продукт нейтрализуют щелочью или спиртом.

В статье [8] подробно рассмотрена реакция малеинизирования ОК. Авторы указывают, что синтез проводят по аналогии с Альдер-еновым взаимодействием МА с олефинами или как аллильное присоединение. Они считают, что синтез достаточно проводить в течение 3–5 часов при 200–220 °С, без использования растворителей и катализаторов. Также, показано, что в результате получается смесь продуктов изомеров.

Помимо самих ненасыщенных жирных кислот, в реакцию с малеиновым ангидридом могут вступать цис-изомеры их эфиров, как это показано в [6, 9, 10] еще в первой половине 20 века, а также гораздо позже в 2008 году [11]. При этом в последней из перечисленных работ исследована кинетика малеинирования цис-форм алкильных эфиров высокоолеинизированного подсолнечного масла. Указано, что общий порядок реакции второй, а по отдельным реагентам — первый. Энергия активации реакции составила $77,2 \pm 3,3$ кДж/моль в исследуемом температурном диапазоне 185–225 °С.

Аддукты малеинового ангидрида и олеиновой кислоты, как видно из литературного обзора, широко применяются в промышленности еще с середины XX века. Хорошо изучен синтез таких продуктов, механизм взаимодействия, доказаны структуры изомеров аддукта в смеси, предложены более удобные для синтеза реагенты — метилаты и этилаты жирных кислот. При этом указаны единые условия поведения синтеза: в плаве, температура выше 150 °С, соотношение реагентов — 1 молекула МА на одну непределенную связь или 2–10 % от стехиометрических коэффициентов.

Но стоит обратить внимания, что ни в одном литературном источнике не указаны другие условия проведения нуклеофильного присоединения известные науке: использование катализаторов, инициаторов и растворителей с кислой средой. Именно эти вопросы, представляют научный интерес, и рассматривались в данной работе.

Исследования показали, что в ходе проведения процесса в среде органического растворителя с кислой средой, получается качественно новый продукт 9-сукцинил-8-декеиновая кислота, обладающая поверхностно-активными свойствами. Потому на основании изучения кинетики синтеза были выведены оптимальные параметры процесса.

По полученным результатам исследований была предложена технология и принципиальная схема получения нового поверхностно-активного вещества — 9-сукцинил-8-декеиновой кислоты.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — химия и технология получения нового поверхностно-активного вещества — 9-сукцинил-8-декеиновой кислоты.

Целью исследования стала разработка экологически безопасной и экономически выгодной технологии нового поверхностно-активного вещества. А также прогнозирование нестандартных ситуаций, которые могут возникнуть при производстве. Технологию следует проводить принципиальной технологической схемой, которую можно взять за основу для производства.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Выделить целевые продукты и обозначить методы их получения.
2. Выявить нюансы технологии, в зависимости от физических свойств реагентов, реакционных масс и продуктов.
3. Определить основные и вспомогательные стадии технологии. Предложить принципиальную технологическую схему.
4. Рассчитать суммарный выход производства с учетом выходов по стадиям всех продуктов.
5. Выявить достоинства и недостатки технологии и принципиальной технологической схемы.

4. Материалы исследования основных стадий технологии

Для производства 9-сукцинил-8-декеновой кислоты используются реагенты с отличными физическими характеристиками. Так перхлорэтилен представляет собой слегка маслянистую прозрачную бесцветную жидкость с резким запахом. Олеиновая кислота — желто-коричневая маслянистая жидкость с температурой кристаллизации 16,3 °С, что может потребовать дополнительного плавления ее, так как температура производственного помещения может быть значительно ниже. Малениновый ангидрид — кристаллический порошок, с температурой плавления 52,8 °С. Загрузка твердого МА в реакционную массу может привести к вспениванию и выбросу массы из реактора. Во избежание этого следует загрузку проводить порционно, либо МА необходимо предварительно расплавить, что требует дополнительных энергетических затрат.

Выделение чистого целевого продукта реакции требует ряда последовательных растворов его и filtrаций, что должно так же быть предусмотрено в технологии и в технологической производственной схеме.

Вся технология представлена в виде следующей блок-схемы этапов и потоков (рис. 1).

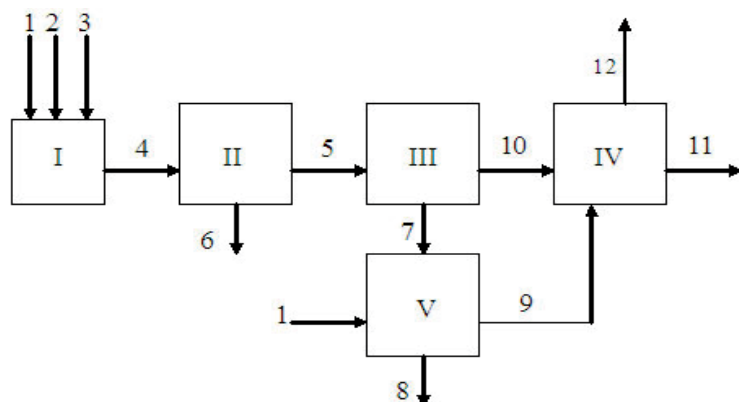


Рис. 1. Блок-схема технологии получения 9-сукцинил-8-декеновой кислоты:

I — блок основной стадии процесса — синтез веществ; II — блок первичной фильтрации горячей реакционной массы; III — блок охлаждения фильтрата первичной фильтрации и вторичная фильтрация; IV — блок выпаривания растворителя из всех фильтратов; V — блок повторного растворения осадка с последующей фильтрацией; 1 — перхлорэтилен; 2 — олеиновая кислота; 3 — малениновый ангидрид; 4 — горячая реакционная масса; 5 — фильтрат после горячей фильтрации; 6 — осадок, образовавшийся в ходе синтеза; 7 — осадок, выпавший при охлаждении; 8 — очищенный осадок повторным растворением; 9 — фильтрат после повторного очищения осадка; 10 — фильтрат после фильтрации охлажденной реакционной массы; 11 — коричневый вязкий продукт (смесь аддуктов МА и ОК); 12 — выпаренный перхлорэтилен

Так синтез протекает на первой стадии при температуре кипения в основном аппарате (рис. 1, блок I), куда загружают перхлорэтилен, олеиновую кислоту и малениновый ангидрид (рис. 1, потоки 1, 2, 3). Затем горячую реакционную массу (рис. 1, поток 4) подают на очистную фильтрацию (рис. 1, блок II), откуда первый образовавшийся в ходе синтеза коричневый осадок выгружают на сушку (рис. 1, поток 6). Фильтрат же перегружают (рис. 1, поток 5) на следующую ступень фильтрации (рис. 1, блок III). Там охлаждают до обычной температуры, и выпавший при этом смещенный осадок (рис. 1, поток 7) направляют на вторичное растворение в перхлорэтилене (рис. 1, поток 8) с последую-

щей фильтрацией очищенного осадка (рис. 1, блок V). Фильтрат после повторной промывки осадка (рис. 1, поток 9), а также фильтрат после первичного фильтрования (рис. 1, поток 10) собирают и выпаривают до постоянной массы (рис. 1, блок IV). В результате получают коричневую маслянистую жидкость (рис. 1, поток 11).

Таким образом, в ходе подобной технологии получают 2 целевых продукта: 9-сукцинил-8-декеновую кислоту (рис. 1, поток 8), а также смесь аддуктов МА и ОК, остатка последней и исходных реагентов (рис. 1, поток 11).

5. Результаты исследования технологии и принципиальной технологической схемы

На основании всех лабораторных исследований и с учетом всех особенностей реагентов и синтеза предложена следующая предварительная технология и принципиальная технологическая схема (рис. 2).

На рис. 2 кроме основных аппаратов схемы показаны также потоки в следующем порядке: P-1, P-15 — линии загрузки перхлорэтилена; P-2 линия загрузки олеиновой кислоты; P-3 — линия загрузки маленинового ангидрида; P-4 линия улавливания паров перхлорэтилена и маленинового ангидрида; P-5, P-6 — линии подачи и вывода теплоносителя рубашки реактора; P-7 — линия подачи горячей реакционной массы на друк-фильтр; P-8 — линия выгрузки ненужного осадка на утилизацию; P-9 линия подачи фильтрата реакционной массы на охлаждение; P-10, P-11 — линии ввода и вывода хладоносителя рубашки емкости; P-12 — линия подачи охлажденной массы на фильтрацию от выпавшего осадка; P-13 — линия подачи фильтрата после первой вакуум-воронки на выпаривание; P-14 — выгрузка кристаллического осадка вручную и ручная загрузка его в емкость для растворения; P-16, P-17 — линии перекачки центробежным насосом массы в кристаллизатор; P-18 — линия подачи массы на вторую вакуум-воронку; P-19 — ручная выгрузка продукта на сушку; P-20, P-21 — линии перекачки центробежным насосом фильтрата на выпаривание; P-22 — линия улавливания выпаренного растворителя; P-23 — выгрузка второго продукта на фасовку потребителю; P-24 — возвращение растворителя из ловушки в цикл.

Соответственно предложенной принципиальной технологической схеме производство 9-сукцинил-8-декеновой кислоты можно представить следующим образом.

Из мерника (1) в реактор (2) загружают необходимое количество перхлорэтилена, исходя из условия, что его объем не должен превышать 80 % объема аппарата. Подогревают реактор подачей теплоносителя в рубашку. Одновременно с подогревом включают мешалку и, при перемешивании, в аппарат загружают самодетом олеиновую кислоту из мерника (3). Также включают подогрев мерника маленинового ангидрида (4).

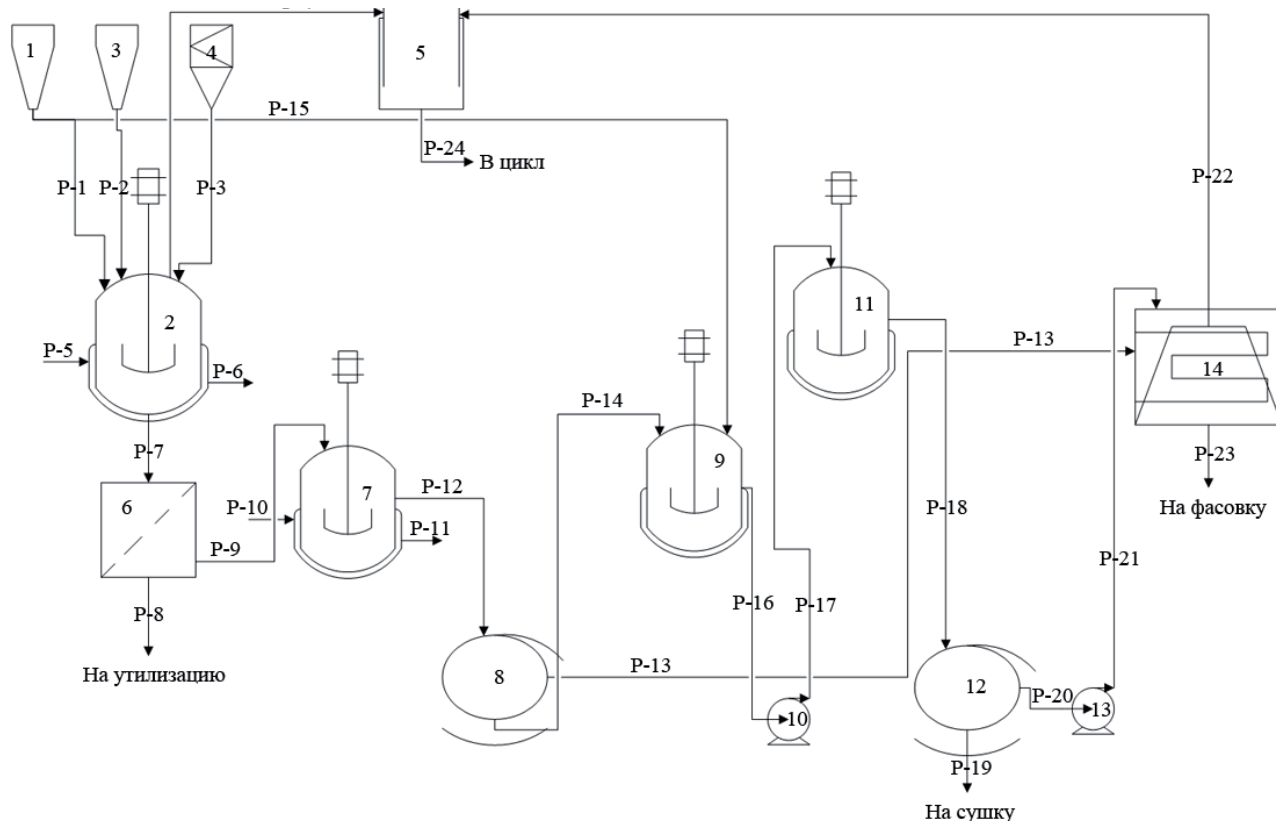


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства 9-сукцинил-8-декеновой кислоты:

1 — мерник перхлорэтилена; 2 — реактор; 3 — мерник олеиновой кислоты; 4 — мерник малеинового ангидрида; 5 — ловушка газов; 6 — друк-фильтр; 7 — емкость охлаждения первого фильтрата; 8, 12 — вакуум-воронки; 9 — емкость растворения кристаллического осадка; 10, 13 — центробежные насосы; 11 — кристаллизатор; 14 — выпариватель

После достижения полученной в реакторе массы температуры 55–60 °С, начинают загрузку расплавленного малеинового ангидрида из мерника (4). Загрузка происходит самотеком и длится около 1 часа. По окончании загрузки всех реагентов, реакционную массу нагревают до кипения (120–122 °С) и выдерживают при этой температуре, перемешивая, 4 часа. Пары растворителя и малеинового ангидрида в ходе синтеза улавливаются в ловушку газов (5).

После выдержки горячую реакционную массу самотеком быстро перегружают в друк-фильтр (6), где происходит очищение массы от темного осадка побочных продуктов, которые образовались в ходе синтеза. Осадок вручную выгружают, а фильтрат вакуумом подается в емкость с перемешивающим устройством (7) для охлаждения. В рубашку этой емкости подают хладагент (холодную техническую воду). После охлаждения в массе выпадают осадки. Потому всю массу тщательно перемешивают и подают в первую вакуум-воронку (8), где под действием вакуума происходит фильтрация. Полученный кристаллический осадок вручную выгружают из вакуум-воронки и переносят его количественно в емкость (9) для растворения. А полученный фильтрат отправляют в выпариватель (14). В емкость (9) подают необходимое количество органического растворителя (перхлорэтилена) и, перемешивая, полностью растворяют. Затем центробежным насосом (10) подают полученный раствор в кристаллизатор (11), где происходит выделение целевого осадка. Масса с кристаллами перемешивается и подается под действием

вакуума во вторую вакуум-воронку (12). Там выделяют кристаллический продукт 9-сукцинил-8-декеновой кислоты, который выгружают вручную и отправляют на сушку.

Фильтрат центробежным насосом (13) перекачивают в выпариватель. Пары органического растворителя из выпаривателя улавливаются газовой ловушкой (5). Второй жидкий продукт — смесь изомеров аддукта малеинового ангидрида и олеиновой кислоты — после полного выпаривания подают на фасовку в тару для потребителя.

Принципиальная технологическая схема предполагает наличие 4-х этажного помещения, что позволяет большую часть технологических потоков пускать самотеком, без использования насосов. Так, на самом верхнем, четвертом этаже, находятся расходные емкости реагентов и растворителя, а также улавливатели паров и газов.

Этажом ниже расположены основной реактор, кристаллизатор и выпариватель. Еще ниже — блок первой горячей фильтрации — друк-фильтр, а также промежуточные емкости для охлаждения первого фильтрата и повторного разбавления осадка, полученного холодной фильтрацией.

Самый нижний этаж занимают две вакуумные воронки и центробежные насосы, которые обеспечивают поступление фильтратов в последующие емкости.

Данную технологическую схему может обеспечивать вакуумом комплекс РМК (роторно-мокрый компрессор), который монтируется в соседнем помещении. Также

за пределы производственного помещения выносятся хранилища реагентов и растворителя, вспомогательные помещения и может быть предусмотрена насосная.

Данный технологический процесс периодического действия, что обусловлено ручной выгрузкой осадков.

В технологической схеме предусмотрены линии подачи и отвода тепла. Так для предотвращения вспенивания и выброса реакционной массы из реактора и для удобства загрузки, малеиновый ангидрид подается в аппарат в расплавленном виде порционно в течение не менее одного часа. Плавление ангидрида происходит в мернике, снабженного рубашкой или змеевиком с изолированным асбестовым шнуром трубопроводом от мерника к реактору. Температура в мернике должна поддерживаться на уровне 55–60 °С. Такая же температура поддерживается в основном аппарате при загрузке в него малеинового ангидрида.

Изолирование трубопровода асбестовым шнуром также необходимо и на линии реактор — друк-фильтр, так как происходит горячая фильтрация реакционной массы от осадка, образованного в ходе реакции.

Затем, реакционную массу охлаждают в промежуточной емкости до обычной температуры. Для этого в ее рубашку подают холодную воду, а в емкости происходит перемешивание массы рамной мешалкой.

6. Обсуждение результатов исследования технологии и принципиальной технологической схемы

Технологическую схему можно считать рациональной, экологически и экономически выгодной по следующим причинам:

- в результате получают два целевых продукта со значимым выходом — 9-сукцинил-8-декеновая кислота (выход около 55 %) и смесь аддуктов олеиновой кислоты и малеинового ангидрида (выход около 40 %);
- использование органического растворителя замкнено, т. е. после выпаривания растворитель возвращается в технологический процесс;
- использование многоуровневой схемы, а также вакуума, позволяет сократить количество насосов в системе, и соответственно, уменьшить энергозатраты;
- использование растворителя, позволяет упростить аппаратное оформление схемы, т. е. использовать менее энергоемкие и дешевые мешалки;
- температурные режимы технологии в пределах (18–125 °С), что позволяет использовать в качестве теплоносителей воду и перегретый пар, а в качестве хладагента техническую воду, охлаждаемую атмосферой;
- отходами производства являются твердые кристаллические осадки, представляющие собой продукты окисления и полимеризации исходных реагентов, а также изомер малеиновой кислоты — эллаидиновую кислоту. Все эти побочные продукты биоразлагаемы и не приносят вред, как человеку, так и окружающей среде.

Тем не менее, предложенная технология имеет ряд недостатков:

- загрузка малеинового ангидрида в мерник происходит вручную, что может привести к проявлению

аллергических реакций персонала и даже к его отравлению. Пыль МА вызывает раздражение кожи и слизистых оболочек и отек дыхательных путей;

- при недостаточном нагреве мерника МА и аппарата, а также при плохой изоляции трубопровода между ними или при большой его длине и изгибах, МА может кристаллизироваться и откладываться на внутренней поверхности трубопровода, что приведет к большим потерям и закупориванию трубопровода в дальнейшем;

- также МА может накапливаться в трубопроводе, ведущем от основного аппарата к парогазовой ловушке, если температура стенок его будет достаточной низкой;

- после каждого производственного цикла необходимо проводить очистку парогазовой ловушки и вручную вычищать накопившейся там твердый МА, что тоже сказывается негативно на времени простоя схемы и занятости персонала;

- также вручную приходится выгружать осадки из фильтров, в том числе и содержащий целевой продукт, чтобы перенести его во вспомогательную емкость для дальнейшего растворения и очищения;
- энергоемким процессом в технологии является выпаривание, которое требует больших затрат времени и температуры;

- многоуровневая система технологической схемы (четыре этажа) принесит неудобства в обслуживании ее персоналом.

7. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Выявлено, что целевыми продуктами технологии являются 9-сукцинил-8-декеновая кислота, а так же смесь исходных веществ, остатка олеиновой кислоты и побочных продуктов.

2. Рассмотрены физические свойства реагентов, реакционных масс и продуктов. На основании чего предложен способ загрузки малеинового ангидрида в виде плава в реактор, для предотвращения вспенивания реакционной массы.

3. Определены основные и вспомогательные стадии технологии и представлены в виде блок-схемы с учетом всех потоков. Предложены периодическая технология 9-сукцинил-8-декеиновой кислоты и принципиальная технологическая схема.

4. Суммарный выход производства составил около 47–49 %.

5. Отмечены достоинства и недостатки процесса. Технологию можно считать рациональной, экологически и экономически выгодной. Так, движение жидких реакционных масс и фильтратов в технологии обеспечиваются самотеком, действием вакуума или центробежным насосом. Осадки выгружаются и перегружаются из одного аппарата в другой вручную.

Литература

1. Ал-Хаддад, Дж. А. Взаимодействие малеинового ангидрида с производными длинноцепочечных олефинов [Текст] // Дж. А. Ал-Хаддад, Е. В. Киселёва-Логинова, Е. В. Попов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 3/6(69). — С. 13–18. doi:10.15587/1729-4061.2014.24996

2. Ал-Хаддад, Дж. А. Кинетика взаимодействия малеинового ангидрида с олеиновой кислотой в среде кислотного растворителя [Текст] / Дж. А. Ал-Хаддад, Е. В. Киселёва-Логинова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. — 2014. — № 10(217). — С. 34–37.
3. Vibhute, B. P. Preparation of Maleinized Castor oil (MCO) By Conventional Method And It's Application in the Formulation of Liquid Detergent [Text] / B. P. Vibhute, R. R. Khotpal, V. Y. Karadbhajane, A. S. Kulkarni // International Journal of ChemTech Research. — 2013. — Vol. 5, № 2. — P. 1886–1896.
4. Soni, H. P. Synthesis and Evaluation of Polymeric Additives as Flow Improvers for Indian Crude Oil [Text] / H. P. Soni, D. P. Bharambe // Iranian Polymer Journal. — 2006. — № 15(12). — P. 943–954.
5. Al-Sabagh, A. M. Breaking water-in-crude oil emulsions by novel demulsifiers based on maleic anhydride-oleic acid adduct [Text] / A. M. Al-Sabagh, A. M. Badawi, M. R. Noor El-Den // Petroleum Science and Technology. — 2002. — Vol. 20, № 9–10. — P. 887–914. doi:10.1081/lft-120003685
6. Method of preparing adducts [Electronic resource]: Patent US 2569420 A / Milton Kosmin; assignee: Monsanto Chemical Company. — № 144,385; filed 15.02.1950; published 25.09.1951. — Available at: \www/URL: http://www.google.com/patents/US2569420
7. Пэйн, Г. Ф. Технология органических покрытий [Текст]. Том 1. Масла, смолы, лаки и полимеры / Г. Ф. Пэйн; пер. с англ. под ред. Е. Ф. Беленького. — Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1959. — 761 с.
8. Peng, E. Succinic anhydride functionalized alkenoic ligands: a facile route to synthesize water dispersible nanocrystals [Text] / E. Peng, J. Ding, J. M. Xue // Journal of Materials Chemistry. — 2012. — Vol. 22, № 27. — P. 13832–13840. doi:10.1039/c2jm30942d
9. Rheineck, A. E. Reaction of Maleic Anhydride with cis-Isolated Unsaturated Fatty Acid Esters [Text] / A. E. Rheineck, T. H. Khoe // Fette, Seifen, Anstrichmittel. — 1969. — Vol. 71, № 8. — P. 644–652. doi:10.1002/lipi.19690710814
10. Holmberg, K. Addition of Maleic Anhydride to Esters of Mono-unsaturated Fatty Acids [Text] / K. Holmberg, J.-A. Johansson, Å. Bergman, U. Brunk, G. Dallner, J.-E. Berg // Acta Chemica Scandinavica. — 1982. — Vol. 36b. — P. 481–485. doi:10.3891/acta.chem.scand.36b-0481
11. Stefanou, F. Kinetics and mechanism of the reaction between maleic anhydride and fatty acid esters and the structure of the products [Text] / F. Stefanou, L. Candy, C. Vaca-Garcia, E. Borredon // European Journal of Lipid Science and Technology. — 2008. — Vol. 110, № 5. — P. 441–447. doi:10.1002/ejlt.200700181

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ 9-СУКЦИНІЛ-8-ДЕКЕНОВОЇ КИСЛОТИ

Запропоновані технологія і принципова схема отримання нової поверхнево-активної речовини — 9-сукциніл-8-декенової кислоти — аддукту малеїнового ангідриду і залишку олеїнової кислоти. Представлена блок-схема основних стадій і потоків. Показані переваги і недоліки технології. Обумовлено обладнання та особливості технологічної схеми, які пов'язані з властивостями вихідних речовин і продуктів. Показано, що технологія є екологічно та економічно вигідною.

Ключові слова: малеїновий ангідрид, олеїнова кислота, аддукт, технологія 9-сукциніл-8-декенової кислоти, технологічна схема.

Ал-Хаддад Джасим Амир Т., соискатель, кафедра екології, Інститут хімічних технологій (г. Рубежне), Восточноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна, e-mail: ameerhadad@yahoo.com.

Киселёва-Логинова Катерина Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології, Інститут хімічних технологій (г. Рубежне), Восточноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна.

Попов Евгений Вадимович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, Інститут хімічних технологій (г. Рубежне), Восточноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна.

Ал-Хаддад Джасим Амір Т., здобувач, кафедра екології, Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне), Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна.

Кисельова-Логінова Катерина Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології, Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне), Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна.

Попов Євген Вадимович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, Інститут хімічних технологій (м. Рубіжне), Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, Україна.

Al-Haddad Jasim Ameer T., Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Rubizhne, Ukraine, e-mail: ameerhadad@yahoo.com.

Kiseliova-Loginoва Yekaterina, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Rubizhne, Ukraine.

Popov Yevgeniy, Institute of Chemical Technology, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Rubizhne, Ukraine