

УДК 621.798.3

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ БЛОКА
РАСФАСОВКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ВОСКА В МЕЛКУЮ ТАРУ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND BASIC EQUIPMENT PACKING
BLOCK OF POLYETHYLENE WAX INTO SHALLOW CONTAINER**

Захаров Н.М., Амирова Я.А.

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
филиал, г. Салават, Россия

N.M. Zakharov, J.A. Amirova

FSBEI NPE Ufa state petroleum technological university, branch Salavat, Russia
e-mail: znm@pisem.net

Аннотация. Современные химические технологии позволяют значительно сократить количество отходов и не находящих применения на данном предприятии побочных продуктов. Однако проблема существует и требует решения.

В настоящее время уделяется большое внимание квалифицированному использованию побочных продуктов, которое предусматривает, в первую очередь, их переработку в готовую продукцию. Чаще всего побочные продукты являются компонентами сырья, из которого получают материалы, изделия, товары, поэтому потребителю поставляются в небольших количествах в расфасованном виде.

Полиэтиленовый воск является побочным продуктом производства полиэтилена. В данной работе, в рамках решения проблемы отгрузки полиэтиленового воска потребителю мелкими партиями, изучена возможность его расфасовки в мелкую тару – полипропиленовые мешки.

Предложена технология и оборудование блока розлива расплавленного полиэтиленового воска, основными объектами которого являются обогреваемая емкость с рубашкой, весовой дозатор и мальтийский механизм, который позволяет упорядоченно подавать тару для залива воска, обеспечивает возможность съема заполненной тары и замены её новой.

Проведены расчеты, которые позволили выбрать оптимальную конструкцию мальтийского механизма, обеспечивающую время выстоя мальтийского креста, необходимого для реализации процесса непрерывного розлива расплавленного воска.

Экономическими расчетами показана целесообразность рекомендации применения метода в малотоннажном производстве.

Abstract. Modern chemical technologies allow to reduce considerably the quantity of waste and not finding at this enterprise applications of by-products. However the problem exists.

Nowadays much attention is paid to the qualified use of by-products that provides, first of all, their processing in finished goods. More often by-products are the components of raw material that is used for producing materials, products, goods. Therefore the consumers get them in small amounts in the packaged form.

Polyethylene wax is a by-product of polyethylene production. The possibility of polyethylene wax packing into shallow containers (polypropylene sacks) is studied in this article in the network of problem solving of polyethylene wax shipping to the consumer by small quantity.

Technology and equipment of melted polyethylene wax pouring block are offered. The basic subject of it is the heated container with a jacket, weightfeeder and maltese-cross mechanism that allows to give containers for the wax pouring and provides possibility of the filled container output and its change.

Calculations, permitting to choose the optimal construction of the maltese-cross mechanism that provides the dwell time of the maltese cross that is necessary for the process of continuous melted wax pouring, were conducted.

Utility of this method application in low-tonnage production is proved with economic estimate.

Ключевые слова: побочный продукт, полиэтиленовый воск, гранулирование, оборудование, расфасовка, мелкая тара, мальтийский механизм

Keywords: by-product, polyethylene wax, granulation, equipment, packing, shallow container, maltese-cross mechanism

В различных процессах нефтехимии, наряду с товарной продукцией, вырабатываются побочные продукты. Эти продукты, как правило, не находят применения на данном предприятии, а накапливаются или реализуются на сторону для дальнейшего использования обычно в качестве компонентов сырья. При проведении погрузочно-разгрузочных работ твердые побочные продукты загрязняют прилегающую территорию, что способствует ухудшению экологической обстановки. Хранение побочных продуктов также связано с рядом проблем, основными из которых являются предотвращение попадания их в атмосферу, а также поддержание химических свойств и состава на требуемом уровне. Решением этих проблем может быть гранулирование и расфасовка этих продуктов в соответствующую тару.

При производстве полиэтилена суспензионного высокой плотности образуется побочный продукт – полиэтиленовый воск, который находит применение в различных отраслях промышленности [1]. Воск в горячем виде разливается в 200 литровые бочки, затвердевает и его извлечение потребителем связано с вышеуказанными проблемами.

Поставка воска потребителю в гранулированном виде исключает проблему его извлечения из тары и, как следствие, значительно снижает затраты на его переработку, уменьшает безвозвратные потери.

Авторами изучены различные конструкции грануляторов и способы гранулирования, которые можно использовать применительно к материалам, подобным полиэтиленовому воску [2 - 4].

Рассмотрены варианты гранулирования полиэтиленового воска с использованием ленточного и барабанного кристаллизаторов [5]. Как показали макетные испытания и расчеты эти способы наиболее эффективны в условиях таких производств, где подобные продукты являются основными и производятся большими партиями. Гранулирование полиэтиленового воска потребует значительных затрат на технологию и оборудование, что не выгодно, как для производителя, так и для потребителя. Поэтому был сделан вывод о необходимости совершенствования стадии розлива воска.

В соответствии с СТО 05766575 - 107- 2010 по согласованию с потребителем допускается упаковывать воск в полипропиленовые мешки. Однако до настоящего времени нет решения по оборудованию для розлива воска.

В работе предлагается технология и оборудование для затаривания расплавленного воска в полипропиленовые мешки малой вместимости (до 2 литров). Реализация предлагаемого варианта розлива жидкого воска позволит исключить ряд проблем, которые связаны с его извлечением при затаривании в бочки, и облегчит процесс дозирования в твердом виде при подготовке к отгрузке мелкими партиями и при дальнейшей переработке.

Принципиальная схема предлагаемого блока розлива расплавленного полиэтиленового воска в тару изображена на рисунке 1.

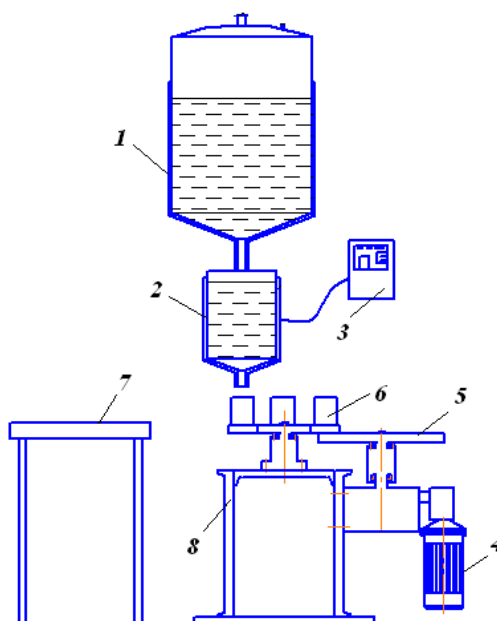


Рисунок 1. Принципиальная схема блока

Блок для розлива полиэтиленового воска состоит из вертикальной емкости с рубашкой 1, весового дозатора 2, пневматического пульта управления дозатором 3, мотор-редуктора 4, узла кривошипа мальтийского механизма 5, узла креста мальтийского механизма 6, стола для размещения тары с воском 7, опоры каркасного типа 8.

Процесс розлива реализуется следующим образом. Вращающий момент от электродвигателя 4 двухступенчатого мотор - редуктора DRV (рисунок 1) передается на кривошип мальтийского механизма 5, на ведомом звене (мальтийский крест) 6 которого закреплены загрузочные стаканы. В каждом стакане располагается полипропиленовый мешок. Дозатором поддерживается постоянный объем загрузки воска в мешок. Мальтийский механизм позволяет преобразовывать непрерывное вращение вала мотор - редуктора в прерывистое вращение кривошипа в одном направлении. Палец (цевка) кривошипа последовательно входит в прорези мальтийского креста и периодически поворачивает его на определенный угол.

Период выстоя мальтийского креста подбирается таким образом, чтобы необходимое количество воска успело загрузиться в мешок. После того, как стакан с заполненным мешком повернется на несколько позиций от дозатора, рабочий извлекает мешок из стакана, ставит его на стол для временного хранения и застывания воска 7 и завязывает его металлической проволокой. В стакан, из которого извлечен заполненный мешок, рабочий заправляет новый. Так продолжается процесс розлива до тех пор, пока не наберется необходимое количество загрузки стола 7. Затем закрывается заслонка дозатора, отключается электродвигатель, рабочий снимает все заполненные мешки, ставит их на стол 7 и оставляет застывать.

Для накопления требуемого количества и временного хранения полиэтиленового воска предлагается использовать вертикальную накопительную емкость с обогревающей рубашкой, объемом 3600 литров (рисунок 2). Внутренний диаметр накопительной емкости $D = 900$ мм; внутренний диаметр рубашки емкости $D_1 = 1000$ мм.

Так как рабочая среда в емкости – полиэтиленовый воск, а в обогревающей рубашке – пар, которые имеют низкую коррозионную активность, то в качестве конструкционного материала для изготовления емкости рекомендуется сталь ВСтЗсп. Технические требования к стали определяются согласно ГОСТ 52857.1 – 2007.

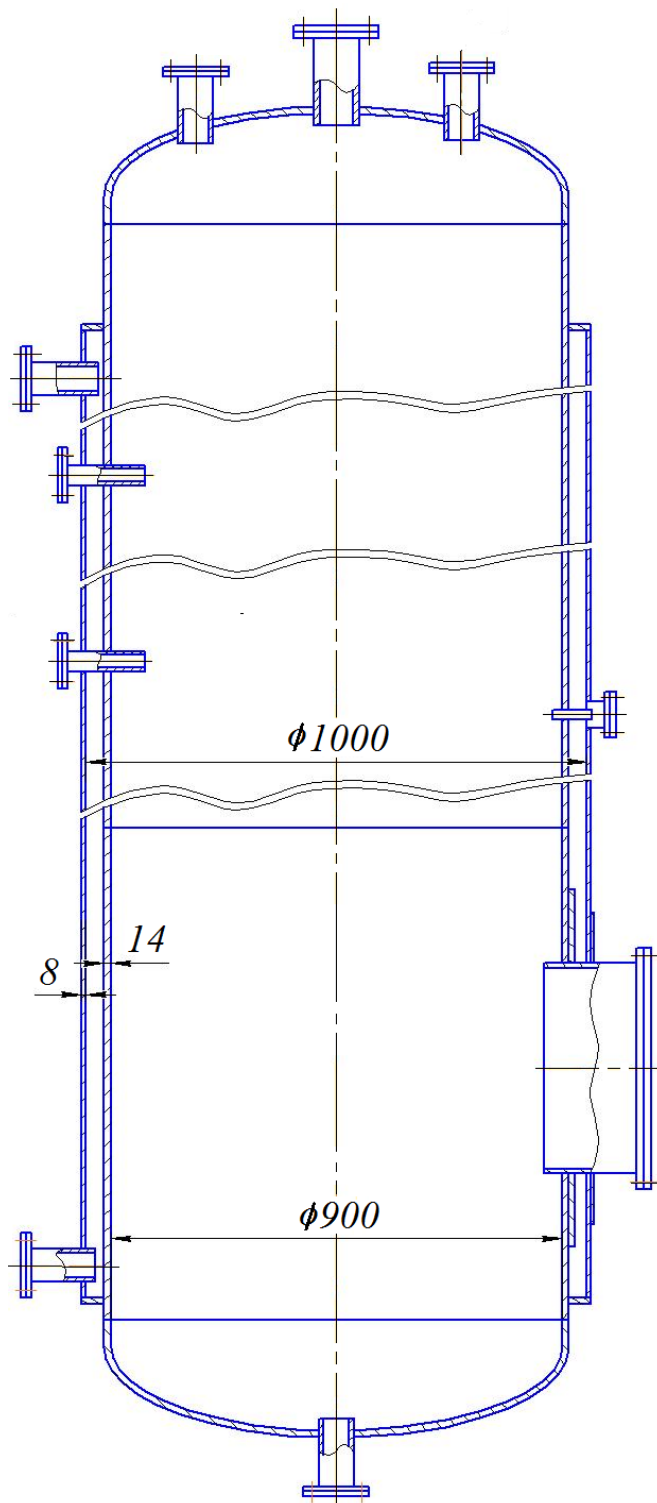


Рисунок 2. Накопительная емкость с рубашкой

Для процесса розлива полиэтиленового воска в тару, предлагается использовать весовой дозатор ВДЭ-30(Ж), предназначенный для дозирования жидкостей (рисунок 3).

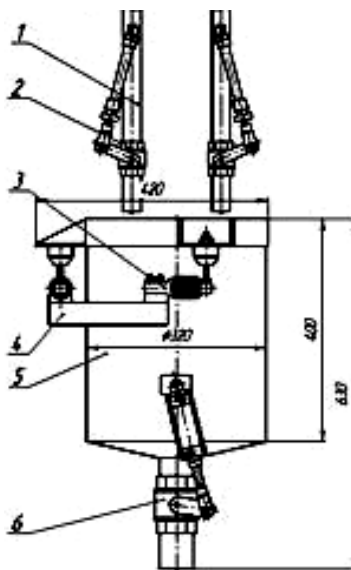


Рисунок 3. Весовой дозатор ВДЭ-30(Ж)

1 - труба подачи воска; 2 - заслонка подачи с приводом; 3 - тензодатчик НBS; 4 - опорная рама; 5 - емкость объемом 32 л; 6 - заслонка слива с приводом.

Для загрузки тары воском необходимо, чтобы диск со стаканами совершал вращательное движение вокруг своей оси с периодическими остановками на определенное время. Это время необходимо для заполнения одного полипропиленового мешка емкостью 2 литра. Экспериментально установлено, что в данном случае это время составляет порядка 40 секунд.

Использование автоматизированной системы управления вращением диска не рассматривалось, т. к. процесс остановки диска в определенном положении, как и начало вращения должен осуществляться плавно для предотвращения разбрызгивания расплава воска.

Реализация такого движения возможна при помощи мальтийского механизма [6].

В зависимости от требуемого времени на остановку были рассмотрены конструкции мальтийских крестов с 3- 6 прорезями.

В таблице 1 приведены расчетные зависимости для мальтийских механизмов с различным количеством прорезей.

Таблица 1. Расчетные зависимости для мальтийских механизмов

Искомая величина	Обозначение	Число прорезей			
		3	4	5	6
Радиус креста	R	0,577r	r	1,376r	1,732r
Расстояние между осями	a	1,154r	1,414r	1,701r	2,0r
Время поворота креста на один шаг, с	t	10/n	15/n	18/n	20/n
Время выстоя креста при равномерном вращении кривошипа, с	t ₁	50/n	45/n	42/n	30/n

Здесь: n – число оборотов кривошипа в минуту, $n = 0,8$ об/мин; r – радиус кривошипа в мм.

При радиусе кривошипа $r = 180$ мм получены расчетные параметры мальтийских механизмов с различным числом прорезей (таблица 2).

Таблица 2. Параметры мальтийских механизмов

Параметр	Обозначение	Число прорезей			
		3	4	5	6
Радиус креста, мм	R	103,9	180,0	247,7	311,8
Межосевое расстояние, мм	a	207,7	254,5	306,2	360,0
Время поворота креста на один шаг, с.	t	12,5	18,8	22,5	25,0

Мальтийские механизмы с 3- 6 прорезями изображены на рисунках 4 - 7 соответственно.

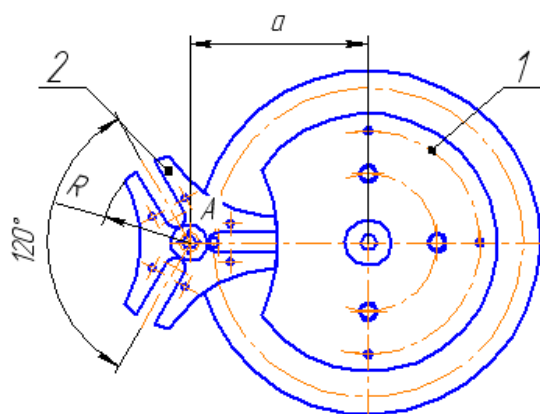


Рисунок 4. Мальтийский механизм с тремя прорезями креста

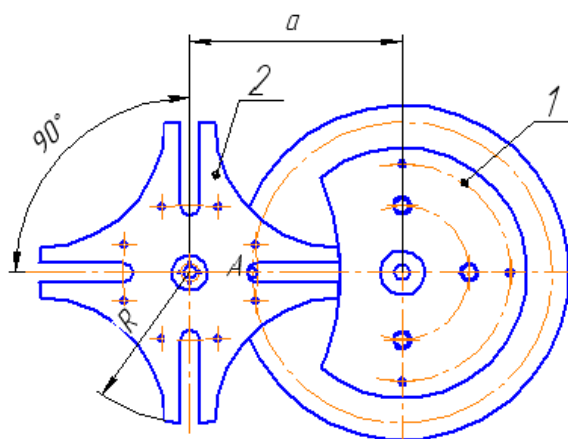


Рисунок 5. Мальтийский механизм с четырьмя прорезями креста

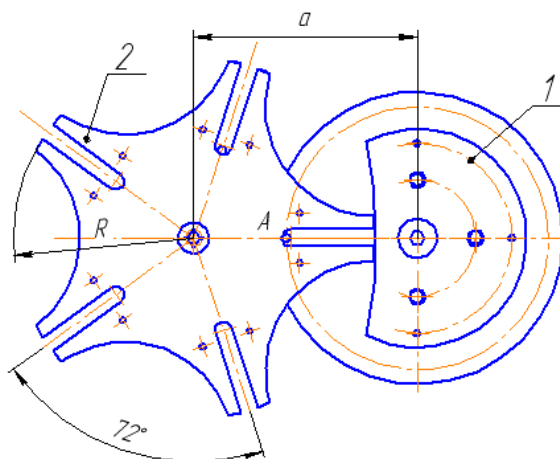


Рисунок 6. Мальтийский механизм с пятью прорезями креста

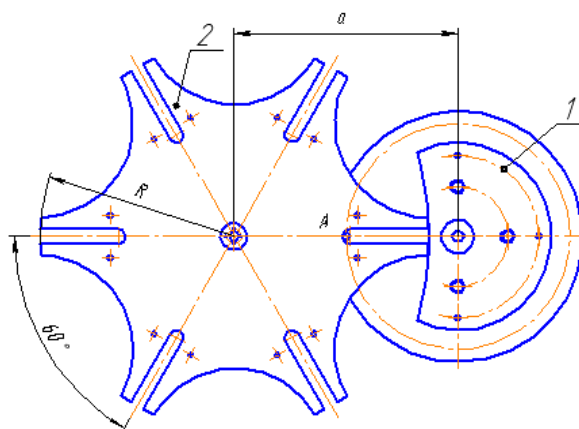


Рисунок 7. Мальтийский механизм с шестью прорезями креста

Для выбора оптимальной конструкции по результатам расчетов был построен график зависимости времени выстоя мальтийского креста от числа прорезей, который представлен на рисунке 8.

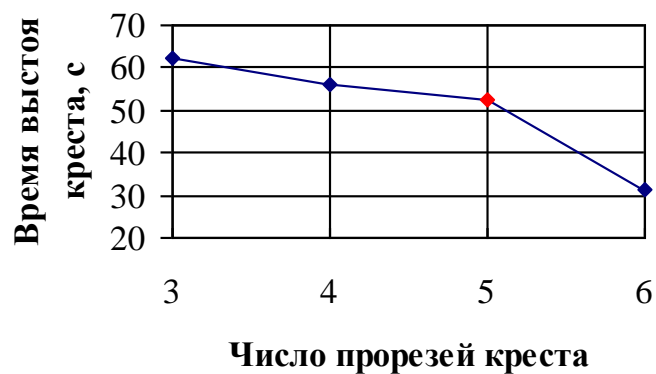


Рисунок 8. График зависимости времени выстоя мальтийского креста от числа прорезей

По графику (рисунок 8) видно, что мальтийский крест с шестью прорезями не удовлетворяет условию, при котором время остановки креста должно быть не менее 40 секунд. Время остановки крестов с 3, 4 и 5 прорезями больше 40 секунд. Однако если устанавливать крест с тремя или четырьмя прорезями, то будет расходоваться слишком много времени на простой стакана с мешком. Время остановки креста с пятью прорезями (52,5 с) - оптимальное. Поэтому был выбран мальтийский механизм с пятью прорезями креста (рисунок 6).

Для обеспечения нормального режима эксплуатации, предлагаемого блока расфасовки полиэтиленового воска в мелкую тару система автоматического регулирования должна предусматривать регулирование расхода воды и контроль температуры на входе и внутри емкости с рубашкой, а также осуществлять управление подачей расплавленного воска из дозатора ВДЭ-30(Ж) в полипропиленовые мешки.

Эффективность предлагаемого способа достигается за счет уменьшения потерь при расфасовке полиэтиленового воска. Кроме этого, создаются условия для отгрузки его потребителю мелкими партиями. Ожидаемые капитальные затраты составили порядка 2,2 млн рублей.

Выводы

1. При сравнительно небольших затратах на оборудование, расфасовка воска в полипропиленовые мешки позволит устранить и ряд сложностей, которые возникают у потребителя при его использовании:

- упрощается процесс и значительно снижаются затраты на извлечение воска из тары;
- снижаются до минимума потери воска при его извлечении из тары;
- улучшается экология производства.

2. Простота конструкции оборудования блока расфасовки и сравнительно низкие энергозатраты свидетельствуют о целесообразности внедрения разработки в производство.

Литература

1. С Т О 05766575-107-2010. Воск полиэтилена суспензионного высокой плотности. Стандарт организации. Салават: ОАО «Салаватнефтеоргсинтез», 2010. 11 с.
2. Гиберов З. Г. Механическое оборудование заводов пластических масс. М.: Машиностроение, 1977. 336 с.
3. Гельперин Н.И., Носов Г.А. Основы техники кристаллизации расплавов. М.: Химия, 1975. 352 с.
4. Классен П.В., Гришаев И.В. Основы техники гранулирования: учеб. пособие. М.: Химия, 1982. 272 с.

5. Захаров Н.М., Бурмистров Л.С., Белобородова А.И. Разработка способа получения гранулированного полиэтиленового воска // Нефтегазовое дело: электрон. науч. техн. журн./УГНТУ. 2012. № 5. С. 537-545.

6. Гулия Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин. СПб.: изд-во “Лань”, 2010. 416 с.

References

1. S T O 05766575-107-2010. Wax suspension polyethylene of high density. The standard of the organization. Salavat: JSC “Salavatnefteorgsintez”, 2010. 11 p. [in Russian]

2. Giberov Z.G. Mechanical equipment of the plastic masses plants. M.: Machinery, 1977. 336 p. [in Russian]

3. Gelperin N.I., Nosov G.A. Bases of melt crystallization technique. M.: Chemistry, 1975. 352 p. [in Russian]

4. Klassen P.V., Grishaev I.V. Bases of granulation technique: teaching aid. M.: Chemistry, 1982. 272 p. [in Russian]

5. Zakharov N.M., Burmistrov L.S., Beloborodova A.I. Development of getting granulated polyethylene wax method // Oil and gas business. 2012. № 5. p. 537-545. [in Russian].

6. Gulia N.V., Klovov V.G., Bramblings S.A. Details of machines. SPb.: Publishing house “LAN”, 2010. 416 p. [in Russian]

Сведения об авторах

Захаров Н.М., канд. техн. наук., доцент кафедры ОПНН, ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал, г. Салават.

N.M. Zakharov, cand. tech. sci., associate professor, of department ОПНН, FSBEI HPE USPTU, branch Salavat, Russia.

Амирова Я.А., студент гр. МХ-07-21, ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал, г. Салават.

J.A. Amirova, student of gr. МХ-07-21, FSBEI HPE USPTU, branch Salavat, Russia.

e-mail: znm@pisem.net