

## БИПЛАНЕТАРНЫЙ ПРИВОД ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Н.Ф. Майникова, Ю.В. Воробьев

*Кафедра «Теория машин, механизмов и детали машин», ГОУ ВПО «ТГТУ»;  
tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru*

**Ключевые слова и фразы:** перемешивающее устройство; планетарный и бипланетарный механизмы; растворение полиамидов.

**Аннотация:** Представлена схема бипланетарного привода перемешивающего устройства для растворения ароматического полиамида. В качестве рабочих органов смесителя использованы шнеки, которые совершают движение по траекториям сателлитов планетарного и бипланетарного механизмов.

---

Существующие конструкции перемешивающих устройств для растворения полимеров не всегда удовлетворяют требованиям, предъявляемым к качеству прядильного раствора, из которого получают синтетические волокна.

Это объясняется в первую очередь тем, что траектории движения рабочих органов не обеспечивают интенсивного перемешивания исходного материала по всему объему в течение заданного времени. В связи с этим появилась и реализуется тенденция к использованию перемешивающих устройств, которые имеют рабочие органы, совершающие движения по сложным траекториям с обеспечением значительных сдвиговых напряжений по всему рабочему объему смеси [1].

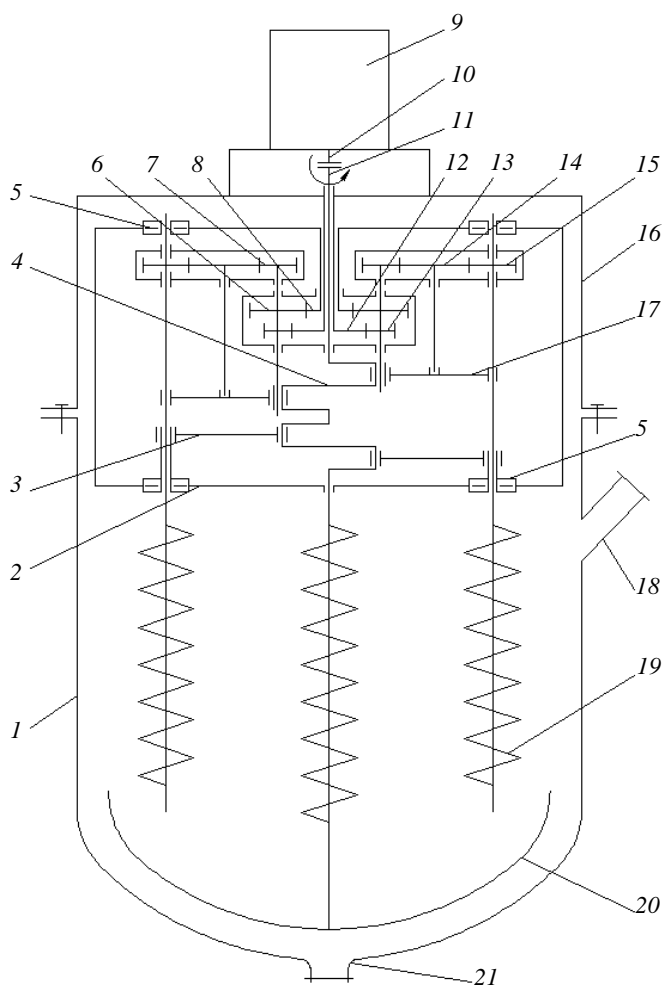
Траектории движения рабочих органов должны заполнять весь рабочий объем аппарата, что позволяет интенсифицировать технологический процесс растворения ароматического полиамида и, соответственно, уменьшает возможность появления деструкции полимера в процессе растворения.

В аппаратах, в которых мешалки за счет сложного циклоидального движения могут проходить через все зоны, создаются условия для получения равномерных сдвиговых деформаций перемешиваемой массы во всем объеме. Однако эти устройства не обеспечивают равномерного захвата массы по всему объему и со дна емкости.

Известен аппарат для смешивания, включающий вертикальную емкость с расположенными в ней рабочими органами в виде шнеков, угловая скорость вращения которых вокруг собственных осей непрерывно изменяется, что обеспечивает образование сложных, нестабильных во времени, потоков перемешиваемой массы внутри смесителя [2]. Это достигается тем, что в приводе перемешивающего устройства к валу электродвигателя присоединена кулиса, на которой установлен ползун, шарнирно связанный вертикальной осью с роликом, помещенным в криволинейный паз неподвижного кулачка (программоносителя). Данный ползун соединен с шатуном, связанным через кривошип и зубчатую пару с валом поводка первой (планетарной) ступени зубчато-рычажного механизма.

Криволинейный профиль паза неподвижного кулачка определяет режим движения шнеков по выбранной программе. Однако данная конструкция привода обеспечивает при различных скоростных параметрах движения шнеков перемещение их осей по циклоиде, что не всегда создает оптимальный режим перемешивания, особенно для высоковязких систем с резким колебанием вязкости в ходе технологического процесса. Кроме того, наличие кулачкового механизма с высшей парой усложняет конструкцию привода, резко снижает его надежность. Износ элементов высшей пары при этом увеличивается [2].

В данной работе представлено описание бипланетарного привода перемешивающего устройства для растворения ароматического полиамида в условиях максимального заполнения рабочего объема аппарата траекторией рабочего органа. На рисунке изображен аппарат с бипланетарным приводом.



**Рис. Аппарат с бипланетарным приводом:**

- 1 – корпус; 2 – направляющие; 3, 17 – шатуны; 4 – кривошип; 5 – ползуны;  
 7, 8, 12 – шестерни; 9 – двигатель; 10 – выходной вал; 11 – вал;  
 6, 13–15 – сателлиты; 16 – крышка; 18 – загрузочный бункер;  
 19 – шнековые мешалки; 20 – якорная мешалка;  
 21 – выгрузочное устройство

Аппарат содержит корпус 1 с крышкой 16, двигатель 9. Двигатель соединен выходным валом 10 с валом 11 кривошипа 4, который кинематически связан с шатунами 17 и 3. Шатуны 3 кинематически связаны с ползунами 5, а шатуны 17 – с валами шнековых мешалок 19. Валы шнековых мешалок закреплены на сателлитах 15 бипланетарной ступени зубчато-рычажного механизма. Сателлиты 15 через промежуточные сателлиты 14 и шестерни 7 связаны с сателлитами 6 и 13 планетарной ступени. Валы промежуточных сателлитов 14 установлены в шарнирах на шатунах 17. Валы шестерен 7, сателлитов 6 и 13 шарнирно соединены с кривошипом 4. Сателлиты 6 и 13 связаны с центральными шестернями 12 и 8, из которых шестерня 12 неподвижна (жестко соединена с крышкой аппарата), а шестерня 8 жестко соединена с направляющими 2, по которым перемещаются ползуны 5. На валу кривошипа имеются шнековая и якорная мешалки. Загрузка осуществляется через бункер 18, а выгрузка – через выгрузочное устройство 21.

Привод аппарата работает следующим образом. Движение от двигателя через выходной вал 10 передается на вал 11 кривошипа 4 и далее на шатуны 17 и 3. Шатуны 17 перемещают валы шнековых мешалок 19. Ползуны 5 совершают аналогичное поступательное движение относительно направляющих 2. Вращение от кривошипа 4 передается на валы шестерен 7 и сателлитов 6, 13. Сателлиты 6 соединены с шестерней 8, а шестерни 7 – с промежуточными сателлитами 14. За счет этого шестерни 7 и сателлиты 6, 13 совершают планетарное движение. Причем сателлиты 6, 13 и шестерни 12, 8 входят в первую (планетарную) ступень зубчато-рычажного механизма, а шестерни 7, сателлиты 14, 15 входят во вторую (бипланетарную) ступень. Движение от шестерни 7 передается промежуточным сателлитам 14 и через них – сателлитам 15 и валам шнековых мешалок. Сложение поступательного движения осей мешалок совместно с ползунами 5 и вращательного движения валов мешалок совместно с сателлитами 15 обеспечивает перемещение осей шнековых мешалок по спиральным траекториям. Вращение якорной мешалки обеспечивается за счет соединения ее вала с валом кривошипа 4.

Лабораторные испытания аппарата проводили на процессах получения серноокислотных растворов ароматических полиамидов вязкостью до  $5 \cdot 10^3$  П. Благодаря интенсивному гидродинамическому режиму движения среды при использовании смесителя со спиральной траекторией движения осей шнеков время растворения сократилось примерно в два раза, что особенно важно для быстрой деградации сред.

#### *Список литературы*

1. Брагинский, Л.Н. Перемешивание в жидких средах / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л. : Химия, 1984. – 336 с.
2. А. с. 778763 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 01 F 7/14. Аппарат для получения вязких смесей / Ю.В. Воробьев, Н.Ф. Майникова, А.Д. Ковергин и др. – № 2673296/23–26 ; заявл. 10.10.78 ; опубл. 15.11.80, Бюл. № 42. – 3 с.

---

## **Bi-Planetary Gear of Mixing Device**

**N.F. Mainikova, Yu.V. Vorobyov**

*Department "Theory of Machines, Mechanisms and Machine Parts", TSTU;  
tmm-dm@mail.nnn.tstu.ru*

**Key words and phrases:** dissolution of polyamides; mixing device; planetary and bi-planetary mechanisms.

**Abstract:** The paper presents the model of bi-planetary gear of mixing device for solubilization of aroma polyamide. The working parts of the mixer are screws that move along the trajectory of satellites of planetary and bi-planetary mechanisms.

---

### **Biplanetarischer Antrieb der Vermischanlage**

**Zusammenfassung:** Es ist das Schema des biplanetarischen Antriebs der Vermischanlage für das Auflösen des aromatischen Polyamides vorgelegt. Als Arbeitsorgane des Mixers sind die Schnecken, die sich nach den Bahnen der Satelliten der planetarischen und biplanetarischen Mechanismen bewegen, angewandt.

---

### **Commande biplanétaire du dispositif mêlant**

**Résumé:** Est présenté le schéma de la commande biplanétaire du dispositif mêlant pour la solution du polyamide aromatique. En qualité des organes de travail du mélangeur sont utilisés les transporteurs à vis qui exécutent le mouvement sur une trajectoire des satellites des mécanismes planétaires et biplanétaires.

---

**Авторы:** *Майникова Нина Филипповна* – доктор технических наук, профессор кафедры «Теория машин, механизмов и детали машин»; *Воробьев Юрий Валентинович* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теория машин, механизмов и детали машин», ГОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Коновалов Виктор Иванович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Химическая инженерия» ГОУ ВПО «ТГТУ».

---