

УДК 631.3

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Сергей Иванович Бабкин

магистрант

BabkinSerj@mail.ru

Алексей Александрович Бахарев

кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен анализ случаев изготовления деталей из полимеров на основе термопластов. Выявлены основные достоинства и недостатки рассмотренных методов, а также проанализирована возможность применения их для изготовления деталей из полимеров применяемых в различных механизмах сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: деталь, полимер, изготовление.

Детали из полимерных материалов, которые можно найти в составе с/х техники обладают многообразием форм и размеров, вследствие чего известно немало технологий для их получения. Выбор конкретной технологии зависит от изделия, которое необходимо получить, а также от количества деталей в партии. Для получения одних и тех же деталей очень часто рационально применять различные методы производства при этом выбор наиболее эффективного способа будет зависеть от экономической оценки в каждом конкретном случае. [1, 2]

Валковые смесители. Данное устройство состоит из двух полых валков между которыми и происходит смешение, расположенных параллельно и направления их вращения различаются. Устройство и процесс работы показаны на рисунке 1. В устройстве контролируются некоторые параметры, такие как частота вращения валков, температура нагревания валков и зазор между валками.

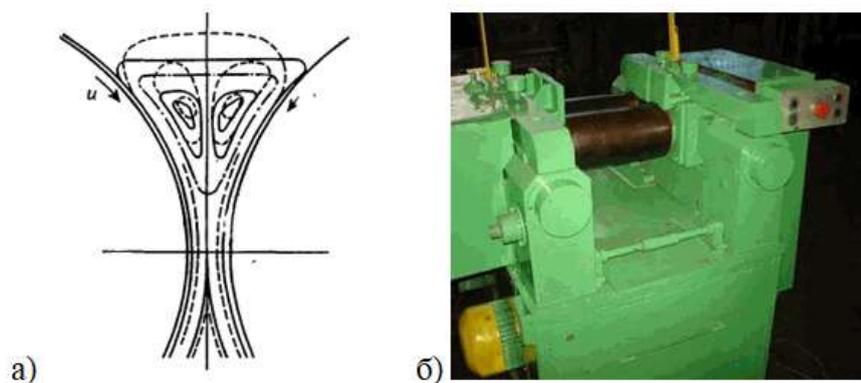
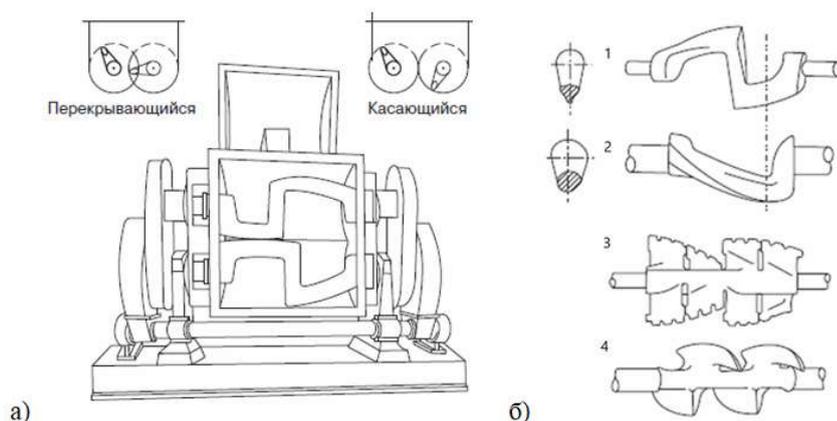


Рисунок 1 – Схема прохождения вязких (-) и вязкоупругих (---) веществ между валками (а) и устройства с валками (б)

Положительной стороной устройства можно считать еще и то, что при прохождении вещества между валками происходит не только его смешивание, но и диспергирования за счет возникновения в межвалковом пространстве явлений местного сдвига.

Лопастные смесители. В данном устройстве компоненты смешиваются за счет наличия двух лопастей расположенных в плоскостях близких к горизонтальным и крутящихся в герметичном корпусе с направлениями

вращения в центр межосевого расстояния (рисунок 2а). Так как материалов, которые необходимо смешивать и тех. процессов, в которых необходимо смешивания с помощью лопастных мешалок большое количество, то и самих этих мешалок по конструкции на сегодняшний день присутствуют много разновидностей. Отталкиваясь от того для какого материала предназначена та или иная мешалка появилось много разновидностей рабочих органов показанных на рисунке 2б.



1 – ножи в форме сигма или зет; 2 – ножи одиночные и на 180 градусов изогнутые; 3 – крыльчатка закрывающая; 4 – Нубун парный

Рисунок 2 – Смеситель с двумя зет образными лопастями (а) и варианты ножей применяемых в данном смесителе (б)

Чаще всего для смешивания полимерных материалов с волокнами небольшой длины, применяют Z-образные ножи. Однако широкое применение получили и изогнутые ножи из-за их большой эффективности при работе полимерами, в которых необходимо соблюсти минимальное количество разрушенных волокон.

Роторные смесители. Существуют также смесители с полностью закрытыми камерами и лопастями занимающими до 70% внутреннего объема – роторные смесители. В настоящее время в 90% случаев смеситель такого рода будет представлен в виде смесителя Бенбери (рисунок 3).

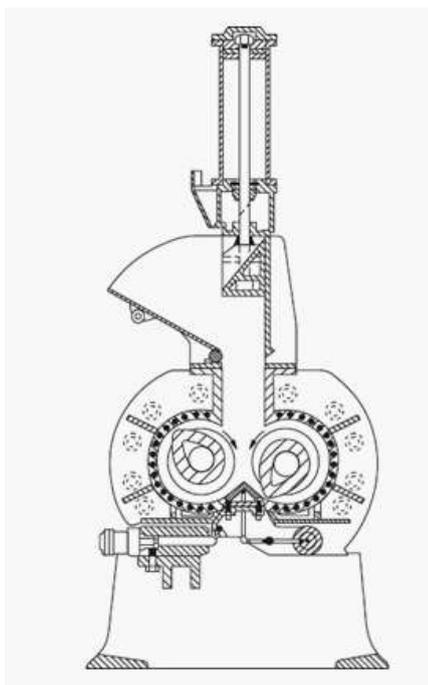


Рисунок 3 – Смеситель разработанный Майклом Бенбери с рабочими органами в виде роторов

Все существующие смесители с роторами можно различать по некоторым характеристикам: форма ротора, а именно рабочей его длины; давлением, прикладываемым к смешиваемому материалу; объему и габаритам материала для смешивания который можно загрузить одновременно; скоростью вращения роторов; а также мощностью как отдельно электродвигателя, так и привода в целом. Если брать за основу такую характеристику как форма поперечного сечения рабочих органов, то все смесители роторного типа делятся на три группы: с цилиндрическими роторами, с овальными роторами (получили самое большое распространение на настоящее время) и с трехгранными роторами. Устройства с роторами в виде трехгранника применяют в основном для небольших объемов смешиваемых материалов, а также, если компоненты для смешивания сильно реагируют на повышение температуры. [3] Роторы используемые в цилиндрических устройствах обычно имеют на своей поверхности три выступа, два из которых маленькие и один больших размеров. В данных устройствах смешивание компонентов происходит в большей степени в тонком слое зазора между двумя горизонтально стоящими роторами в

отличие от других типов роторных устройств где смешивание происходит в общей массе между боковыми стенками приемной камеры и вращающимися роторами. Такая конструкция цилиндрических роторов позволяет значительно снизить температуру компонентов при смешивании.

Шнековые (червячные) экструдеры. В экструдерах сконструированные на основе шнеков смешивание полимерных компонентов происходит постоянно и непрерывно. Так как основным рабочим органом данных устройств является Архимедов винт такие машины часто именуют как червячные. Данные шнековые устройства можно разделить на две группы в зависимости от количества шнеков стоящих в корпусе: двухшнековые (рисунок 5) или одношнековые (рисунок 4).

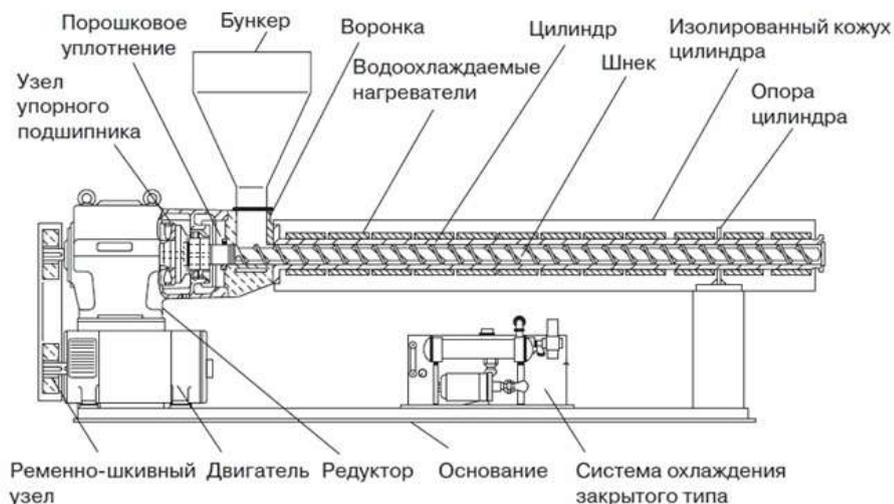


Рисунок 4 – Схема экструдера с наличием одного шнека

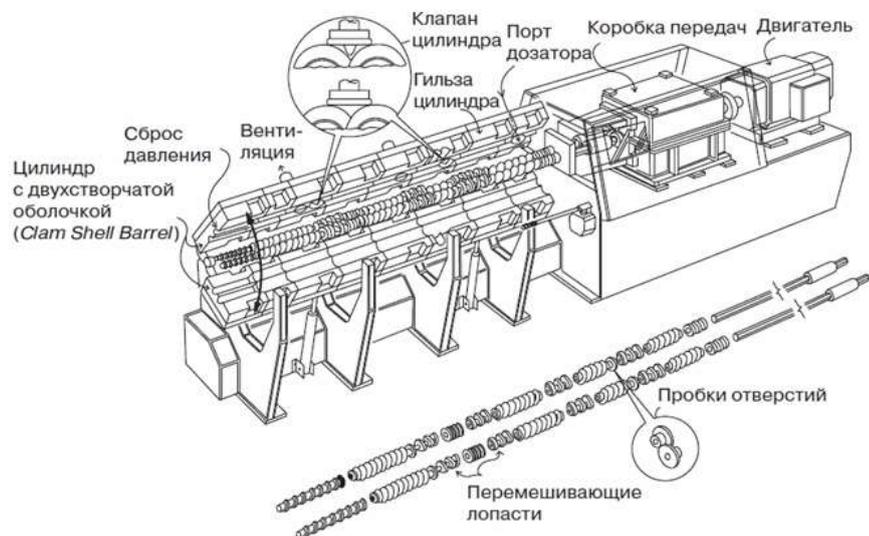
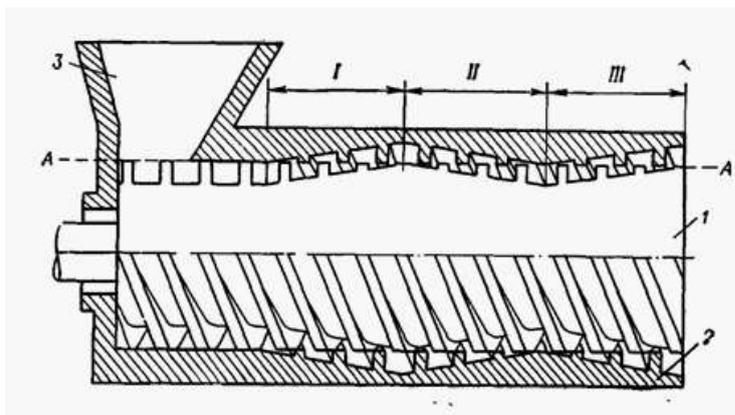


Рисунок 5 – Схема экструдера с наличием двух шнеков

Корпус также как и шнек у одношнековых экструдеров должны быть сконструированы с переменной нарезкой. Т.е. впадины витков, как у корпуса, так и у шнека варьируется по все рабочей зоне устройства, например если нарезки шнека уменьшаются, то нарезки стенок должны пропорционально увеличиваться и тоже самое в обратном порядке. Важно что бы в любом поперечном сечении рабочей зоны объем пространства между нарезками оставался одинаков. [4] Это сделано для того что бы материал не только транспортировался к зоне выгрузки, но и одновременно перемешивался (рисунок 6). В то время когда смешиваемые компоненты переносятся из нарезки шнека в нарезку корпуса или в обратном порядке на них начинают действовать тангенциальные силы, из-за которых частицы компонентов перераспределяются, а в купе с возникающей одновременно деформацией сдвига это дает достаточно интенсивное перемешивание материалов.



1 – червяк; 2 – рама; 3 – полость для загрузки сырья; I-III – зоны в которых происходит смешивание сырья; А-А – место в котором присутствует напряжения сдвига

Рисунок 6 – Процесс работы смесителя имеющего переменное поперечное сечение каналов

Некоторые экструдеры с одним рабочим шнеком имеют разновидность и называются такие устройства осциллирующими смесителями. Отличие таких устройств в том, что шнек не только вращается, продвигая материалы для смешивания, но и двигается возвратно-поступательно. Нарезка на шнеках сделана не постоянной, а имеет участки, на которых прерывается. В пустоты

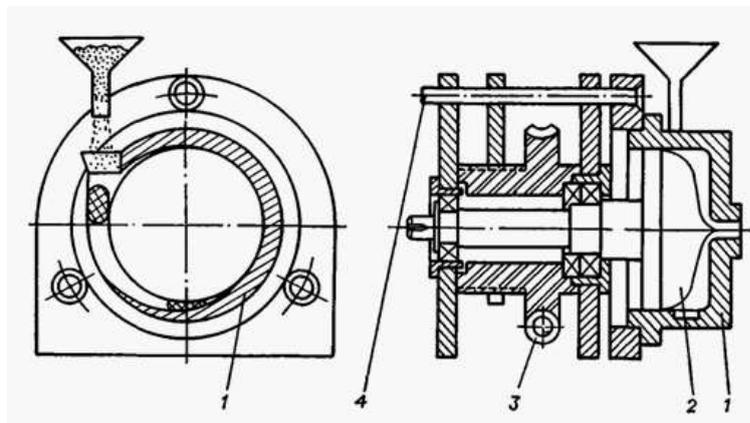
между лопастями установлены так называемые зубья роль которых разрыв смешиваемого материала, что в купе с вращением и возвратно-поступательным движением дает более эффективное перемешивания компонентов.

Устройства, снабженные двумя рабочими шнеками могут смешивать материалы, обладающие большей вязкостью, чем с одним шнеком. Повышение качества смешивания можно объяснить тем, что в нарезках шнеков появляются потоки циркуляций во взаимно перпендикулярных направлениях. Также большинство устройств такого типа обладают шнеками которые могут защемляться, что дает большую деформацию сдвига благодаря которой возникает перетирающее явление действующее на смешиваемы компоненты.

Для применения экструдеров с одним рабочим шнеком нужно сначала на других смесителях скребковых или ленточных смешивать нужные компоненты в сухом виде, а потом уже полученную смесь загружают в экструдер. В устройствах с двумя рабочими шнеками такого перемешивания до экструдера применять нет необходимости, поэтому его сразу загружают в зону где находится полимер в расплавленном состоянии.

Дисковые экструдеры. Устройство такого экструдера показано на рисунке 7. Его работа подразумевает под собой эффект Вейсенберга, а именно то, что при перемещении компонентов вязко-упругих растворов между дисками 2 и корпусом 1 возникает явление простого сдвига, а также к касательным напряжениям добавляются нормальные, что в свою очередь толкает смесь через мундштук. Все частицы смеси присутствующие в рабочем зазоре начинают передвигаться в радиальной плоскости в сторону центра корпуса из-за воздействия нормальных напряжений, при этом материал проходит через сечения имеющие цилиндрическую форму и одинаковый радиус в которых усилия сдвига одинаковы из-за того что их поля однородны и симметричны. При этом в материале происходит повышение температуры из-за того что возникающее трение переходит в теплоту, а нагрев в свою очередь снижает вязкость всего объема материала. В общем так как объем небольшой, а скорость диска достаточно высокая появляются большие деформации сдвига,

благодаря которым происходит эффективное перемешивания компонентов полимера.



1 – основание; 2 – круг; 3 – механическая передача; 4 – штифты для направления
Рисунок 7 – Процесс работы экструдера с рабочими органами в виде дисков

Экструдеры с дисковыми рабочими органами малопродуктивны, сильно чувствительны к температуре выше нормы и точности дозировки. Также во время засыпки компонентов полимера в рабочую зону без использования определенных устройств может происходить частичное расплавление смеси на окраинах рабочих дисков, что в свою очередь приводит к забиванию патрубков и неравномерной и малоэффективной работе. Данный недостаток можно избежать если на дисках прикрепить пальцы для размягчения и разбивания налипших комков из расплавленного материала, также необходимо установить специальные лопасти которые будут захватывать компоненты смеси и другие устройства. Возрастание температуры губительно влияющей на процесс работы данного устройства избегают тем что ротор в устройстве делают составным, что делает возможным изменения скорости вращения отдельных участков ротора рабочей зоны. Также для снижения нагрузок на опоры и увеличения производительности устройства данной конструкции делают многозаходными.

Список литературы:

1. Дьячков С.В., Бахарев А.А., Урюпин А.А. Применение системы компас-3d для решения научных задач в агроинженерии // Наука и образование. 2019. Т.2. №2. С. 201
2. Борzych Д.А., Бахарев А.А. Пути снижения трудоемкости работ по ремонту двигателей в ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий // Наука и образование. 2020. Т.3. №4. С. 22
3. Алехин Р.В., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности ремонтов автомобильного транспорта // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.
4. Бахарев С.А., Бахарев А.А. Повышение эффективности ремонта тормозного цилиндра 2ТЭ116 // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
5. Метод расчета установок инфракрасной обработки полимерных покрытий при восстановлении корпусных деталей автотракторной техники / Р. И. Ли, Ю. Н. Ризаева, А. Н. Быконя [и др.] // Наука в центральной России. 2022. № 5(59). С.110-119. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-5-110-119. – EDN YSKYLX.
6. Математическая модель терморadiационной обработки полимерных покрытий при восстановлении корпусных деталей автомобилей / Р. И. Ли, Д. Н. Псарев, А. Н. Быконя, М. Р. Киба // Клеи. Герметики. Технологии. 2021. № 2. С. 29-35. – DOI 10.31044/1813-7008-2021-0-2-29-35. – EDN LICTVO.

UDC 631.3

ANALYSIS OF METHODS FOR MANUFACTURING PARTS FROM POLYMER MATERIALS BASED ON THERMOPLASTS

Sergey I. Babkin

Master student

BabkinSerj@mail.ru

Alexey A. Bakharev

candidate of technical sciences, associate professor

BakharevAlex@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article considers the analysis of cases of manufacturing parts from polymers based on thermoplastics. The main advantages and disadvantages of the considered methods are revealed, and the possibility of using them for the manufacture of parts from polymers used in various mechanisms of agricultural machinery is analyzed.

Key words: detail, polymer, manufacturing.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 30.06.2023.

The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.06.2022; accepted for publication 30.06.2023.