

УДК 631.3

**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕАКТОПЛАСТОВ**

**Сергей Иванович Бабкин**

магистрант

BabkinSerj@mail.ru

**Алексей Александрович Бахарев**

кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

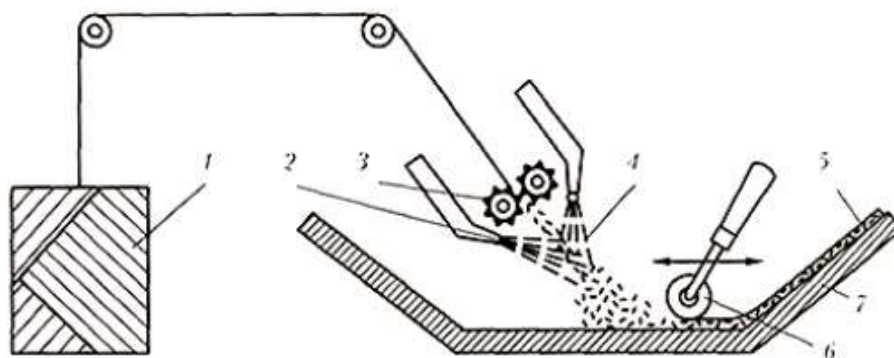
г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрен анализ случаев изготовления деталей из полимеров на основе реактопластов. 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, восстановление.

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. [1, 2]

*Напыление.* Данный способ в основном применяется для получения полимерных композиционных материалов (ПКМ) прошедших армировку специальным волокном из рубленых нитей 1.



1 – армированное волокно в бухтах; 2 – связующее вещество; 3 – механизм для разделения волокна; 4 – вещество для активации химического процесса отверждения; 5 – армированное волокно в смеси со связующим веществом; 6 – уплотняющий ролик; 7 – рама

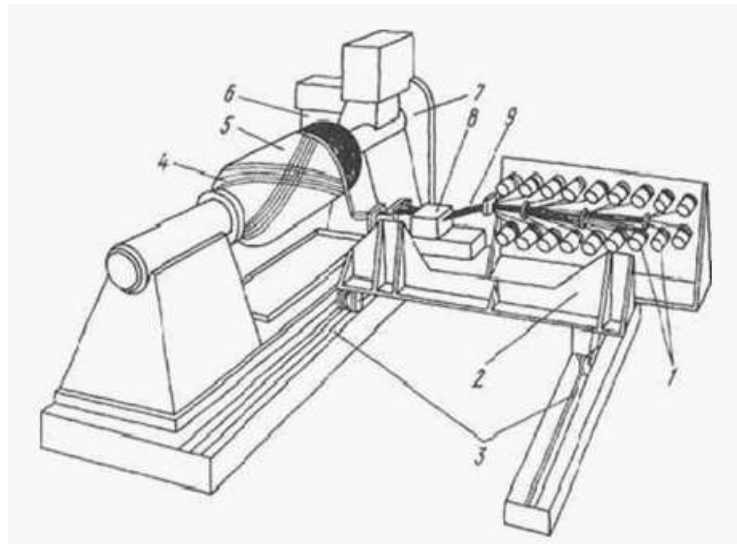
*Рисунок 1* – Процесс получения изделий из ПКМ способом напыления армированного волокна из рубленых нитей

Во время этого процесса на поверхность оснастки до этого определенным образом предварительно подготовленную наносят волокно из рубленых нитей и волокно связующее одновременно. После чего для того чтобы исключить из изделия воздушные пузырьки производят прикатку поверхности валиком. После того как полимер полностью твердеет готовую деталь снимают с формы станка.

Данный метод хорош тем что позволяет производить изделия с большими габаритами, например различные корпуса, при этом себестоимость этого производства будет очень низкой из-за возможности применять отходы волокон остающихся от других процессов. Поэтому данный метод широко

применим при мелкосерийном или вообще единичном производстве. К недостаткам же данного метода можно отнести очень вредные условия труда, большая зависимость конечного качества от квалификации работника и большие объемы ручной работы.

*Намотка.* В процессе данного способа материал для армировки в виде непрерывных нитей, лент или жгутов наматывается на специально установленную и вращающуюся с определенной скоростью оправку. Связующие волокна могут быть нанесены как перед началом намотки армирующих волокон (сухой процесс), так и во время намотки армирующих волокон (мокрый процесс). Процесс намотки выполненный по «мокрой» схеме показан на рисунке 2[3]



1 – катушки с волокном; 2 – механизм разматывания катушек; 3 – направляющие; 4 – слои волокна; 5 – приспособление; 6 – слои волокна; 7 – механический привод; 8 – емкость для связующего вещества; 9 – лента

*Рисунок 2 – «Мокрый» процесс намотки волокна*

Достоинствами этого метода являются большая производительность процесса и хорошее качество изделий на выходе. К недостаткам же можно отнести то, что формы деталей получаемых этим методом достаточно сильно ограничены, а также дорогое оборудование. Данный способ широко применяется при изготовлении трубопроводов, всевозможных баков, а также высоко атмосферных баллонов.

*Пултурзия.* Название этого метода происходит от слов из английского языка «pull» – тянуть и «extrusion» – экструзия. Метод состоит в том что полимерные волокна непрерывным потоком протягивают через насадку для формовки при этом волокна уже смочены связующим веществом (рисунок 3).

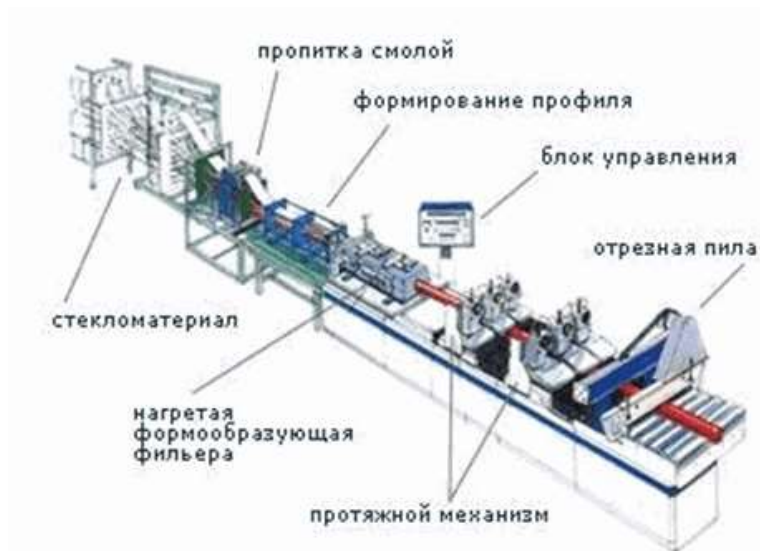
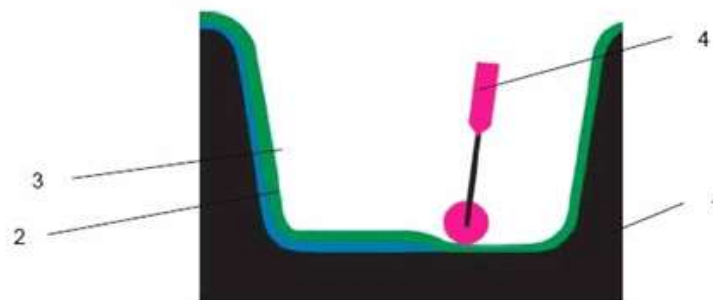


Рисунок 3 – Процесс изготовления изделий из ПКМ с применением способа пултурзии

Этот способ хорош тем что он несложен в автоматизации, высокопроизводителен, за счет того что в сечении детали находится много волокон и они хорошо пропитаны связующим веществом получаемые изделия обладают хорошей прочностью. Из недостатков можно выделить невозможность производить детали любой формы и дороговизну оборудования. Данный метод стал широко распространен в крупном и массовом производстве, например производстве строительной арматуры [4].

*Контактное формование в открытых формах.* Формование при использовании данного метода производят из полимерных волокнистых листов, которые могут быть как неткаными, так и ткаными, пропитанных связующим веществом - препрегов. Процесс работы показан на рисунке 4.



1 – форма; 2 – вещество для армирования; 3 – связующее вещество; 4 – уплотняющий ролик

*Рисунок 4* – Процесс изготовления изделий из ПКМ способом контактного формования с применением открытых пресс-форм

При контактном формовании первоначально для надежной приклейке препрега необходимо промазать поверхность пресс-формы специфическим веществом (антиадгезивом). После этого начинается укладка препрега друг на друга слой за слоем, причем после укладки каждого слоя по препрегу проходят специальным валиком для удаления воздушных пузырьков. В конце чаще всего форму вместе с деталью нагревают для того что бы отверждение проходило быстрее.

Достоинства данного способа – это относительная простота тех процесса не требующая специальной квалификации работника и малая стоимость оборудования. К недостаткам же можно отнести немалые объемы образующихся отходов, большая трудоемкость процесса и большая вероятность образования в теле детали пузырьков из воздуха.

*Вакуумная инфузия.* Этот способ является наиболее эффективным для получения деталей при работе с сухим (неподготовленным) наполнителем тканого вида. Процесс получения изделий показан на рисунке 5. Первоначально при применении данного метода необходимо промазать форму защитным покрытием (гелькоутом), после чего на это покрытие наносят необходимый объем сухой ткани до образования слоя. Далее форма накрывается специальной пленкой, которую необходимо приклеить к поверхности формы, так что бы получилась герметичная полость. Далее

процесс идет следующим образом: через специальные трубки внутрь пакета подается связующее вещество и создается вакуум, при котором это связующее вещество начинает впитываться внутрь ткани.

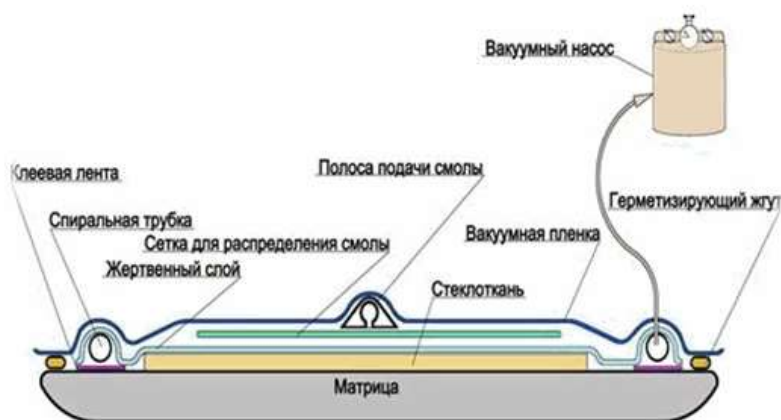


Рисунок 5 – Процесс изготовления изделий из ПКМ с применением способа вакуумной инфузии

После пропитки ткани связующим чаще всего форму перемещают в автоклав для удаления воздушных пузырьков во время отверждения детали. Достоинством данного метода является простота, как тех процесса самого способа, так и труда рабочего, а также дешевизна устройства. К недостатку можно отнести большая зависимость качества конечного продукта от квалификации работника управляющего процессом.

*Пропитка под давлением (RTM-технология).* Данный способ подразумевает выдавливание связующего вещества под большим давлением в герметичную форму, в которой уже на момент выдавливания заложено определенное количество слоев наполнителя на основе тканевых волокон. Метод отличается от предыдущего тем, что в нем используются форма из двух жестких полу форм вследствие применения очень высокого давления. Процесс работы данного метода показан на рисунке 6.



1 – состав для уменьшения адгезии; 2 – вещество для армирования; 3 – связующее вещество; 4 – матрица; 5 – форма

*Рисунок 6* – Процесс изготовления изделия из ПКМ с использованием метода пропитки под давлением.

Достоинства данного способа – это более лучшее качество и характеристики получаемых деталей за счет меньшей зависимости от квалификации работника, а также возможность широкого применения автоматизации. К недостаткам можно отнести дороговизну устройства и более сложная в изготовлении форма.

### 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.

**UDC 631.3**

**ANALYSIS OF METHODS FOR PRODUCING PARTS FROM  
POLYMERIC MATERIALS BASED ON REACTOPLASTS**

**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, restoration.

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.