Пултрузия



Схема «сухой» пултрузии

[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%8F#cite_note-1)**Пултру́зия** (*протяжка*) — технология изготовления высоконаполненных волокном композиционных деталей с постоянной поперечной структурой. Используется в производстве полимерных [композиционных материалов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB).

[**Метод «пултрузии»**](http://stankiwse.ru/%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%8F/) - технология формирования и отверждения пропитанных полимерным связующим волокон стержня протяжкой через систему фильер с постепенно уменьшающимся сечением. Различают также метод плейнтрузии: технология изготовления неметаллической арматуры способом безфильерной протяжки; метод нидлтрузии: Технология изготовления неметаллической арматуры непрерывной рельефности безфильерным способом (формирование на игле).

Общее представление

Пултрузия получила своё название от английских слов «pull» — тянуть и «through» — сквозь/через. Причиной такому названию послужил сам процесс протягивания исходного материала сквозь нагретую до температуры полимеризации фильеру.

Процесс пултрузии широко применяется для изготовления доходных конструкционных профилей, которые могут быть использованы в качестве лёгкой, непроводящей (изоляционной), нержавеющей детали металлической конструкции. Большинство пултрузионных деталей имеющихся на рынке, имеют поперечное сечение меньше, чем 3 дюйма (7,62 см). В зависимости от способа обработки, оборудование классифицируется на:

* Пневматические машины[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%B8%D1%8F#cite_note-2) — имеют гусеничный привод.
* Гидравлические агрегаты — включают в конструкцию гидравлический насос, с помощью которого обрабатывается сырье.

Пултрузионное оборудование обладает высокой производительностью, благодаря чему стоимость готового композиционного изделия приравнивается к стоимости исходных материалов, использовавшихся для изготовления детали. Материалы двигаются сквозь пултрузионную обработку, как непрерывный поток входящих в систему исходных материалов и выходящих спустя короткое время, как полностью готовая деталь.

Описание процесса

Рабочий пултрузионный процесс по существу можно разбить на следующие части:

* пропитывание связующим
* предварительное придание формы
* [отверждение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и механическая обработка
* протягивание
* разрезание

В относительно простом методе, который использовался для изготовления ранних рыболовных удочек, одно или несколько тянущих устройств тянут ровницы на основе стеклянных волокон с катушечных стоек в ванну со связующим, где происходит их пропитывание. Избыток связующего выжимается и полуфабрикату придаётся приблизительная форма заготовки. Отверждение и придание окончательной формы достигается внутри нагреваемой фильеры. В конце линии пила нарезает заготовки на отрезки необходимой длины.

Существует много вариантов основного пултрузионного процесса и бесконечное число способов сборки линии. Большинство производственных линий *горизонтальные*, хотя иногда для устранения колебаний концентричности при производстве полых профилей применяется *вертикальная* компоновка. Технологический процесс может быть периодическим (с остановками в протягивании) и непрерывным.

Тянущие устройства в *периодическом* процессе останавливаются в течение процесса отверждения и такие процессы достаточно медленны. Однако они подходят для производства одиночных изделий, таких как элементы электронных устройств, где необходимо исключительное качество поверхности.

*Непрерывные* пултрузионные машины — основа индустрии из-за их высоких линейных скоростей, которые могут достигать 7.6 м/мин в зависимости от времени отверждения и размеров производимого профиля.