

*МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
КОМПОЗИЦИОННЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ.*

*Металлические композиционные материалы (МКМ) - представляют собой такие материалы, в которых в качестве матриц выступают металлы и их сплавы, а в качестве арматуры – металлические и неметаллические волокна.*

*Для металлической матрицы требуется использовать более интенсивные технологические методы. Производство конструкций из МКМ неразрывно связано с технологией их получения.*

*Полуфабрикаты из МКМ: листы, трубы, профили.*

## *Технологическая схема производства полуфабрикатов и деталей из МКМ:*

- Очистка поверхности волокон и матрицы: мойка, чистка, сушка, объединение волокон с матрицей;*
- Сборка чередующихся слоев матричных элементов и волокон либо приготовление волокон в литейной форме под заливку матричным металлом;*
- Получение компактных МКМ в соответствии с методами пластической деформации, порошковой металлургии или литья либо с использованием комбинации этих методов.*

## *Способы совмещения армированных волокон с матричным материалом.*

- Твердофазные процессы;*
- Жидкофазные процессы;*
- Процесс осаждения – напыления.*

**Твердофазные процессы:** матрица в виде порошка, фольги, тонкий лист. Сборка пакета заготовок, состоящего из чередующихся слоев матричного материала и упрочняющих волокон. И последующего соединения волокон между собой различными методами: диффузионной сваркой, сваркой взрывом, пластическим деформированием, спеканием и т.д.

**Жидкофазные процессы:** смешивание армирующих волокон с расплавленной матрицей. Различные методы пропитки волокон жидкими матричными материалами.

**Процесс осаждения – напыления:** нанесение на волокна матричного материала и заполнение им межволоконного пространства.

## *Основные методы получения МКМ.*

### *Метод твердофазного совмещения матрицы и волокон.*

*В зависимости от формы полуфабриката используют различные способы сборки заготовок, подвергаемых пластической деформации.*

*Листовые заготовки собирают способом монослоев или способом типа «сэндвич». Способом «сэндвич» получают заготовки только с продольно-поперечным расположением волокон.*

*Способом монослоев можно собирать заготовки, в которых слои волокон могут быть ориентированы под различными углами один к другому для наилучшего восприятия внешних нагрузок.*

## Способ монослоев.

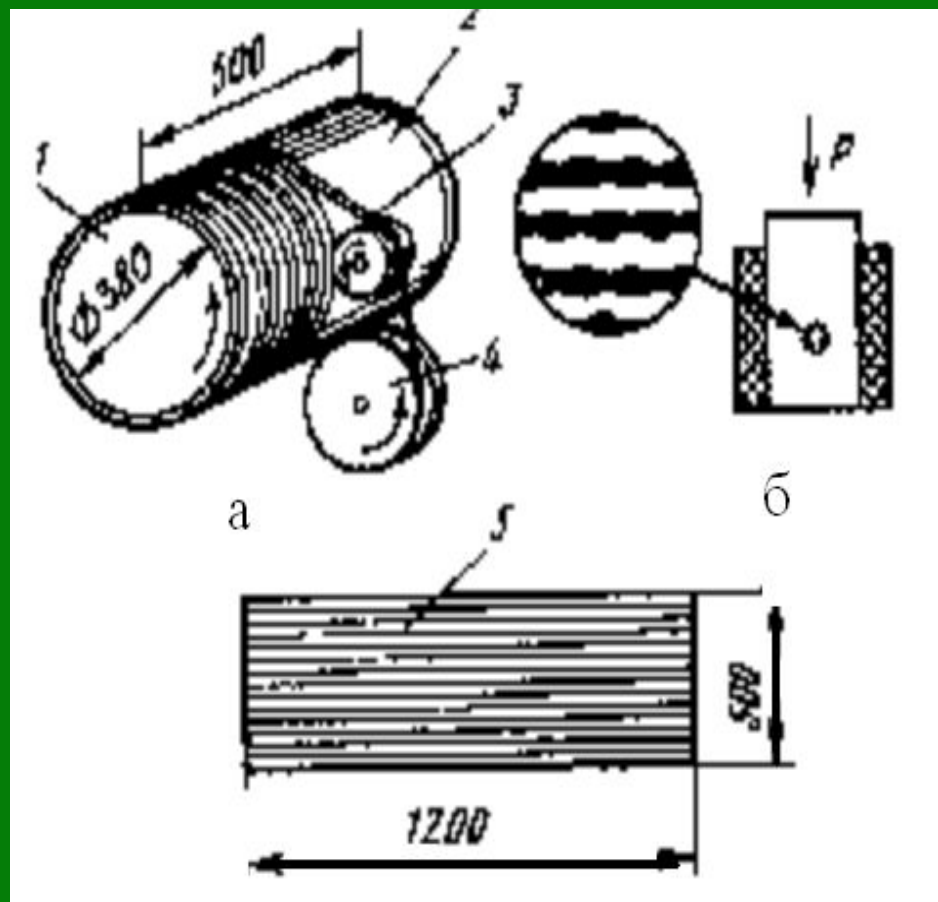
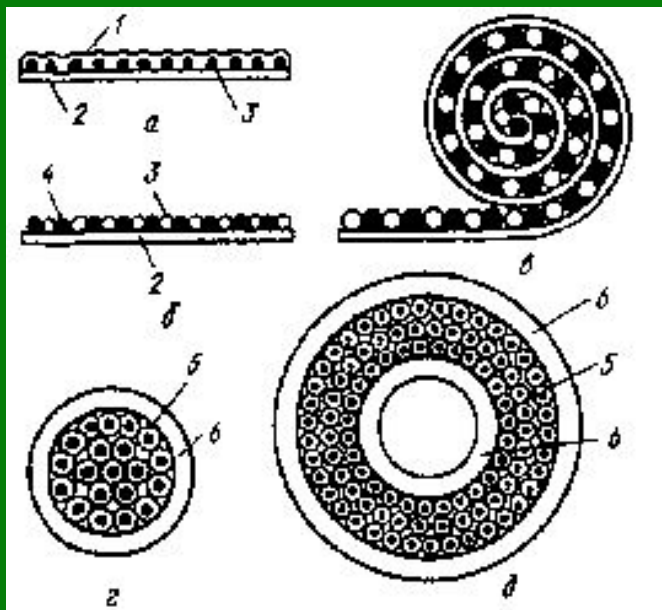


Схема формирования МКМ способом намотки монослоев.

а – полученная заготовка;  
б – прессование заготовки;  
1 – барабан, 2 – алюминиевая фольга, 3 – натяжное устройство, 4 – бобина бороволокна, 5 – заготовка.

*Трубчатые и прутковые заготовки получают прокаткой, экструзией и волочением.*



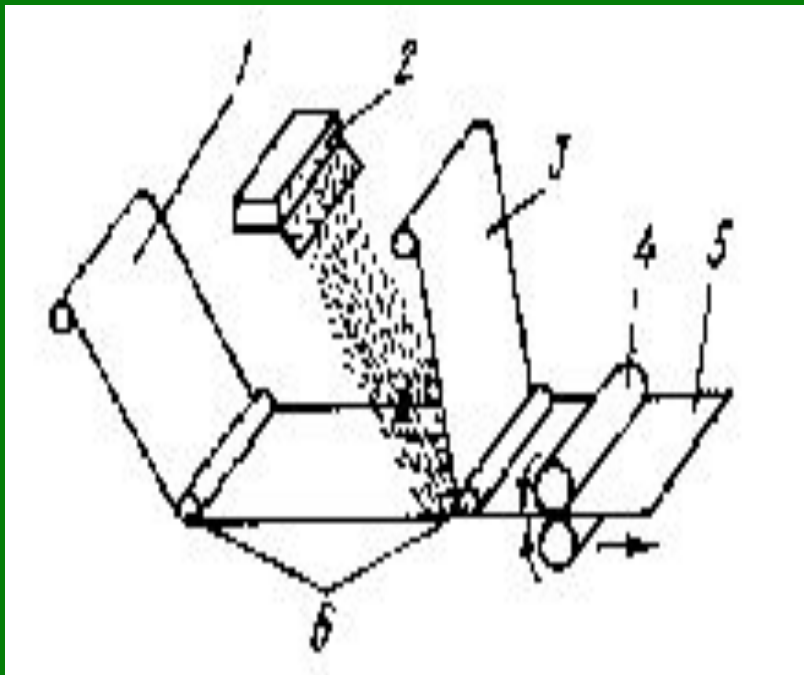
*а – армированный монослой;  
б – полоса с армирующими и матричными волокнами;  
в – сворачивание армирующих  
в рулон;*

*Армированный монослой, состоящий из матричной рифленой фольги и матричной полосы, между которыми расположены волокна, сворачивают в прочный рулон, подлежащий последующему уплотнению.*



## Прокатка.

Наиболее производительный способ производства армированных лент и листов. Между валками прокатного стана уплотняют либо матричные ленты и арматуру в виде непрерывных волокон, либо ленты с расположенными между ними дискретными элементами.



- 1,3 – разматыватели полос;
- 2 – бункер для дискретных волокон;
- 4 – рабочая клетка стана;
- 5 – армированная полоса;
- 6 – ролики.

## *Метод жидкофазного совмещения матрицы и волокон.*

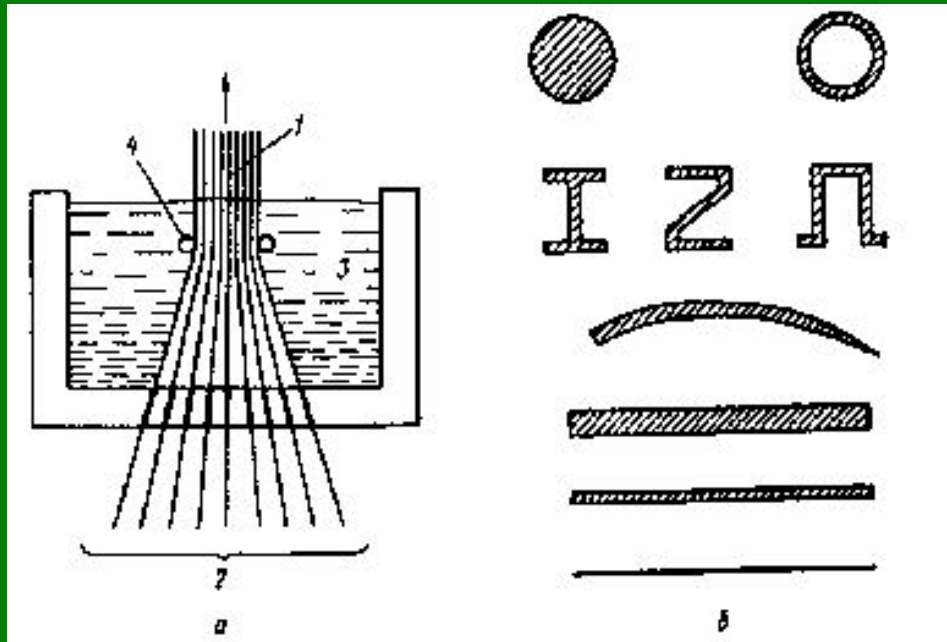
*Существует несколько разновидностей метода, различающихся между собой условиями пропитки армирующего наполнителя:*

- Пропитка расплавом при нормальном давлении;*
- Вакуумное всасывание;*
- Пропитка расплавом под давлением;*
- Комбинированные методы пропитки.*

*Условия пропитки определяются реакционной способностью расплавленной матрицы и смачиваемостью волокон матрицы.*

# Процесс непрерывной пропитки металлом.

## Виды изделий.



- 1 – композитный пучок;
- 2 – разделенные волокна;
- 3 – расплавленный металл;
- 4 – ограничители пучка волокон.

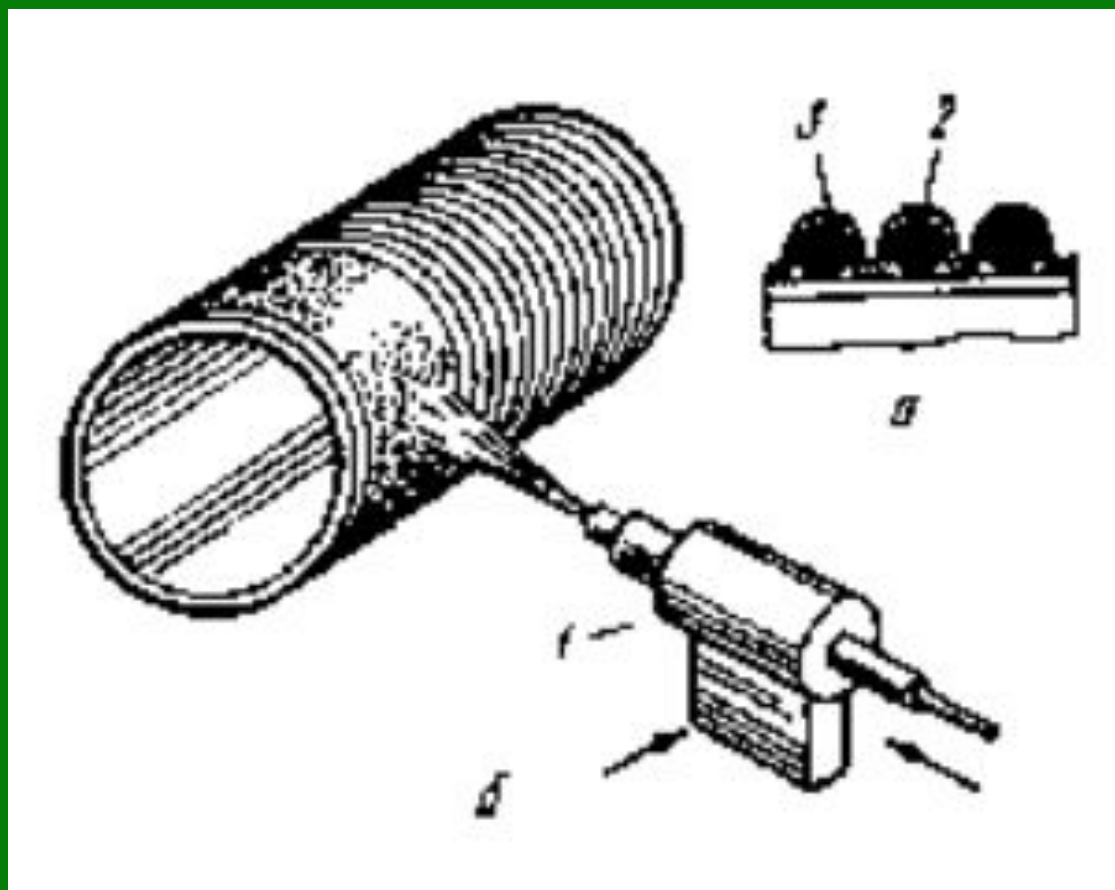
## **Газофазные методы осаждения – напыления.**

**Осаждение–напыление** – это газофазные, химические или электрохимические процессы получения МКМ. Главной технологической особенностью этого метода является нанесение на волокна покрытий из матричного материала, который, заполняя межволоконное пространство, образует матрицу МКМ.

**Преимущества метода:** отсутствует разупрочнение волокон, поскольку волокно в процессе формирования изделий из МКМ не подвергается воздействию высоких температур или значительных механических нагрузок; исключается возможность непосредственного нежелательного контакта волокон между собой; имеется возможность формообразования полуфабрикатов сложной геометрической формы.

**Недостатки:** сложность использования сложнолегированных сплавов в качестве матриц.

## *Плазменное напыление многослойных заготовок.*

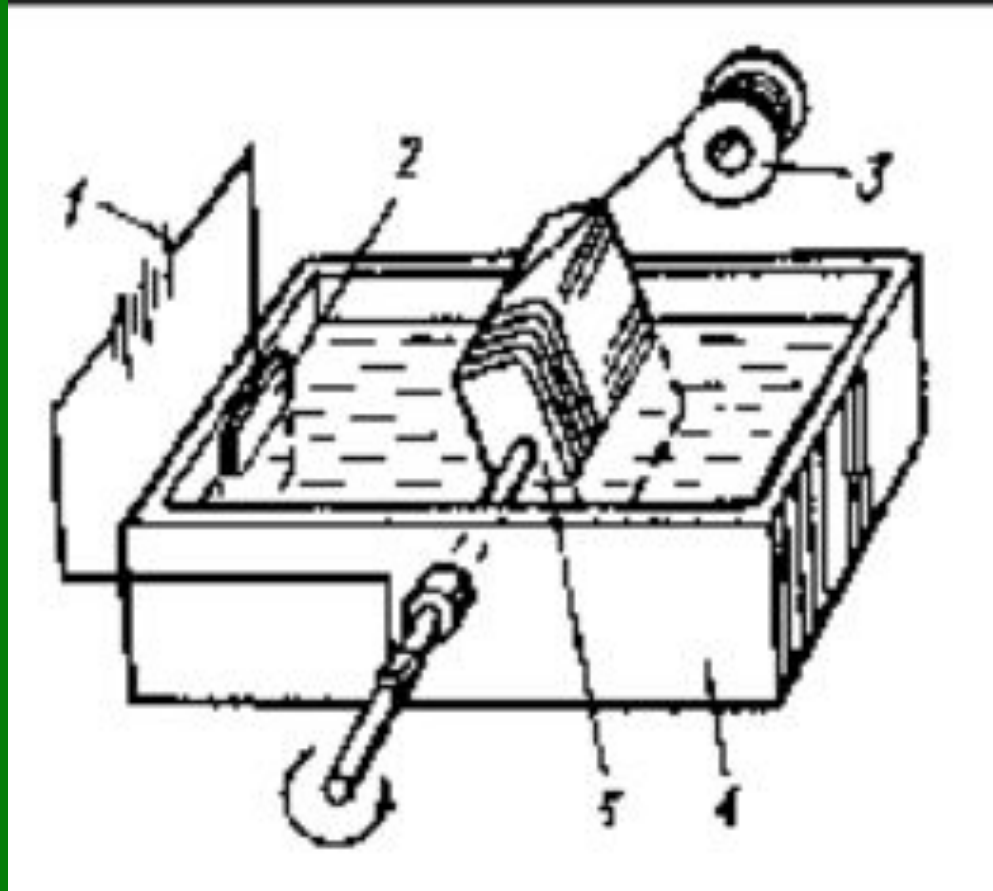


*1 – плазмотрон;*

*2 – волокно;*

*3 – напыляемый материал.*

## *Электролитическое осаждение.*



*1 - источник питания; 2 - диод; 3 - шпуль с  
волокном;*

*4 - ванна с электролитом; 5 - катод - оправка.*

*Металлические КМ можно получить также осаждением из газовой фазы, методом испарения и конденсации, катодным распылением и др.*

*МКМ применяют в областях где они должны работать при низких, высоких, или сверхвысоких температурах, в агрессивных средах, при статической, циклических, вибрационных и др. нагрузках.*