

## **Анализ процесса намотки ткани на барабан установки**

***Туктарова Дина Азатовна***

*студентка филиала ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет» в г. Кумертау*

***Руководитель: Полякова Лариса Юрьевна***

*кандидат техн. наук, доцент  
филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет» в г. Кумертау*

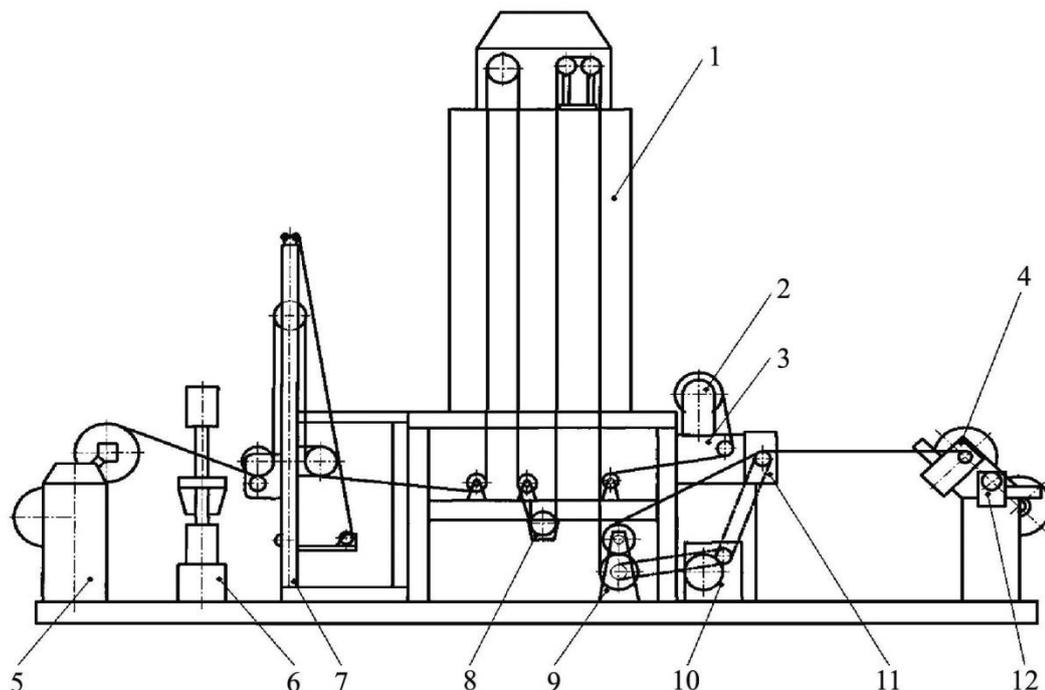
**Аннотация.** Летные характеристики и надежность вертолета в значительной степени определяются совершенством конструкции и качеством изготовления. В последние десятилетия, в авиастроении в целом, применяются композиционные материалы. Это обеспечивает высокую прочность, уменьшение веса конструкции, которая в свою очередь позволяет увеличить грузоподъемность.

**Ключевые слова:** установка УПСТ-1000, электропривод, изготовление передрега, момент, частотный метод регулирования скорости

В различных отраслях промышленности широко применяются агрегаты, обрабатывающие полосу различными методами будь то отжиг, пропитка, сушки и намотка. Одним из наиболее ответственных и сложных элементов этих агрегатов является электропривод моталок.

Моталка предназначена для смотки полосы в рулон. Согласно требованию технологии электропривод моталки должен осуществить такую смотку полосы, при которой рулоны имеют правильную цилиндрическую форму с ровной боковой поверхностью. Основным требованием технологии для подобных систем является обеспечение неизменного натяжения, как при установившейся скорости, так и переходном режиме. Это требование является первым и необходимым технологическим требованием для электропривода моталки.

Для изучения процесса намотки ткани на барабан рассмотрим работу установки УПСТ-1000, установленной в цехе № 17 АО «КумАПП» (рис 1), которая предназначена для изготовления препрега.



1 – сушильная камера; 2 – узел размотки разделительной пленки; 3 – привод осевого перемещения; 4 – привод приемного устройства; 5 – узел размотки ткани; 6 – узел соединения ткани; 7 – накопитель; 8 – узел пропитки ткани; 9 – тянущие валки; 10 – привод тянущих валков; 11 – подающие валки; 12 – привод осевого перемещения

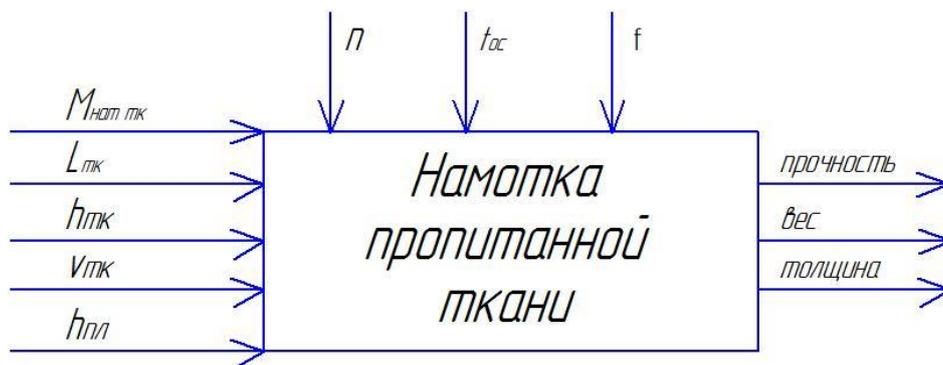
**Рисунок 1- Установка УПСТ-1000**

Установка представляет собой конструкцию, в которой основные узлы смонтированы на станине в последовательности технологического процесса обработки ткани. Вне станины расположены шкафы с электрооборудованием, шкаф системы пожаротушения.

Конструкция установки позволяет вести непрерывный процесс пропитки и сушки ткани. Для обеспечения непрерывности процессов пропитки и сушки установка оснащена комплексом устройств, включающим двухпозиционное устройство подачи ткани, накопитель ткани, узлы соединения и резки ткани, подающие валки и двухпозиционное приемное устройство.

Параметры скорости и натяжения на установке задаются оператором при помощи потенциометров грубой установки. Регулирование скорости осуществляется оператором. Измерение натяжения ткани в процессе намотки

на барабан отсутствует. Работа приводов тянущих валков и приемного устройства не согласованна, что влияет на качество процесса намотки. Перечисленные недостатки существенно влияют на качество готового изделия, так как при разности натяжения на различных участках протяжки ткани это может повлиять на прочность изделия (рис. 2).



$M_{нат\ тк}$  – натяжение ткани;  $L_{тк}$  – ширина ткани;  $h_{тк}$  – толщина ткани;  $v_{тк}$  – скорость движения ткани;  $h_{пл}$  – толщина разделительной пленки;  $n$  – частота вращения двигателя натяжения;  $t_{ос}$  – температура окружающей среды;  $f$  – влажность окружающей среды

**Рисунок 2 – Концептуальная модель процесса намотки ткани**

В процессе намотки ткани (рис. 3) происходит изменение диаметра рулона по выражению:

$$D_r = (\sqrt{1 + \alpha t}) D_2 \quad (1)$$

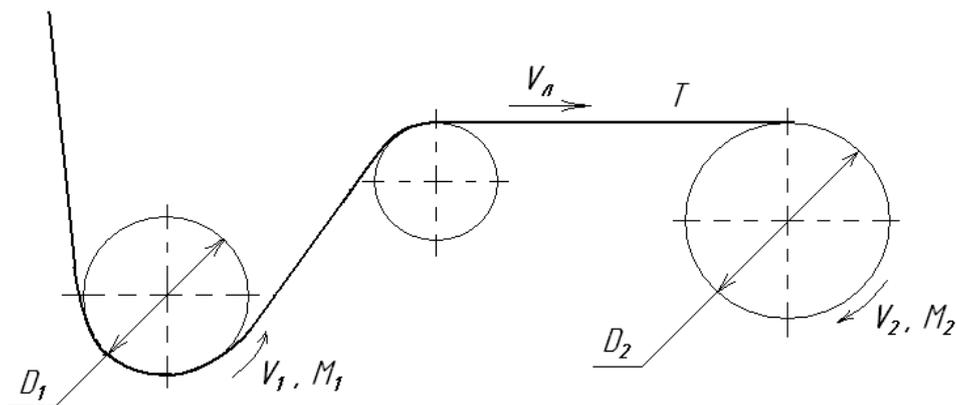
где  $h$  - толщина ткани;

$v$  - линейная скорость движения ленты;

$D_2$  - диаметр барабана, на который сматывается ткань;

$\alpha$  - коэффициент, зависящий от параметров процесса:

$$\alpha = \frac{4hv}{\pi D_2^2} \quad (2)$$



**Рисунок 3 - Технологическая схема намотки ткани**

В этом случае для обеспечения неизменного натяжения ткани момент электродвигателя должен изменяться по выражению

$$M = M_{нач} \sqrt{1 + \alpha t} \quad (3)$$

где  $M_{нач}$  - начальный момент движения ткани, определяется

$$M_{нач} = \frac{TD_2}{2i} \quad (4)$$

где  $i$  - передаточное число редуктора;

$T$ - натяжение ткани.

Если учесть, что качество готовой ткани зависит от ее толщины, а линейная скорость не должна меняться, значит, при изменении диаметра рулона нужно менять вращающий момент натяжного двигателя.

Известно, что при капиллярном и гидростатическом механизме пропитки, максимально возможное значение скорости движения ткани в пропиточной ванне определяется из выражения [2,3]:

$$V_{\max} = \frac{ml \left( \rho g h + \frac{2\sigma \cdot \cos \theta}{r_b} \cdot \frac{1 - \delta}{\delta^2} \right)}{\eta f(\delta) k^2 \ln k} \quad (5)$$

где  $\delta$  - пористость наполнителя;

$\rho$  - плотность связующего;

$g$  - ускорение свободного падения;

$h$  - глубина погружения ткани;

$\theta$  - краевой угол смачивания;

$m$  - экспериментальный коэффициент;

$l$  - длина пропитываемой ткани;

$\sigma$  - поверхность натяжения;

$k$  - коэффициент, зависящий от радиуса нити и волокна соответственно:

$$k = \frac{r_0}{r_s} \quad (6)$$

Чем быстрее движется ткань, тем меньше времени она находится в пропиточной ванне, следовательно, качество пропитки может снизиться.

Выражения (1-5) позволяют при известных параметрах процесса  $D_2$ ,  $\delta$ ,  $\rho$ ,  $h$ ,  $l$  изменять скорость движения ткани. Идеальным вариантом для этого является построение регулируемого электропривода тянущего валка с использованием системы на основе преобразователя частоты, которая позволит получить плавную регулировку скорости в технологическом процессе.

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что, изменяя частоту  $f_1$  питающего напряжения, можно в соответствии с выражением

$$\omega_0 = \frac{2\pi \cdot f_1}{p} \quad (7)$$

при неизменном числе пар полюсов  $p$ , изменять угловую скорость магнитного поля статора. Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики.

Таким образом, в ходе работы выяснилось, что скорость электроприводов приемного устройства должна обеспечивать постоянное натяжение для получения качественного перепрега. Для регулирования скорости необходимо использовать систему контроля натяжения ленты между тянущими валками и узлом приема ткани, и применить частотный метод регулирования.

#### **Список источников**

1. Резниченко В.И. Изготовление лопастей вертолетов из неметаллических материалов, М.: Изд-во МАИ, 1977. - 61 с.
2. Сеницын В.А., Чен Т.Х., Канович М.З. Исследование капиллярной структуры армирующих стекловолоконистых материалов // Стеклопластик и стеклопластики. М., 1975. № 3. С. 23-29.
3. Первушин Ю.С. Композиционные материалы: Учебное пособие по дисциплине «Технология композиционных материалов» / Ю.С. Первушин. Уфа: УГАТУ, 2005. - 110 с.