



# **ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ ТЕРМОФОРМОВАНИИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

ООО «ЛАДА-ЛИСТ»  
Тольятти, 2013 г.

## Возможные причины Предлагаемые решения

---

### 1. Недоформованное изделие

#### 1. *Лист слишком холодный.*

1. Проверить работу нагревательных элементов.
2. Увеличить время нагрева.
3. Повысить температуру нагревателя.
4. Использовать большее количество нагревателей.
5. Использовать более эффективные нагреватели.

#### 2. *Недостаточный вакуум, слишком медленное образование вакуума.*

1. Проверить утечки вакуума.
2. Прочистить вакуумные отверстия.
3. Изменить расположение вакуумных отверстий.
4. Увеличить количество вакуумных отверстий.
5. Увеличить размер и / или количество вакуумных отверстий.
6. Использовать вместо отверстий вакуумные щели.
7. Увеличить эффективный диаметр вакуумных линий и клапанов.
8. Уменьшить количество и резкость изгибов вакуумных линий.
9. Увеличить емкость компенсирующей вакуумной камеры и / или производительность вакуумного насоса.

#### 3. *Холодная прижимная рама*

1. Проверить работу нагревателей в районе прижимной рамы.
2. Предварительно нагреть прижимную раму.
3. Нагреть прижимную раму.

#### 4. *Глубокая вытяжка*

1. Выполнить предварительное растяжение либо использовать пуансоны

---

### 2. Излишнее провисание листа

#### 1. *Лист слишком горячий*

1. Понизить температуру нагревателя.
2. Уменьшить время нагрева.
3. Увеличить расстояние между нагревателями и листом.
4. Установить защитный экран между листом и нагревателями.
5. Проверить работу нагревателя или блока управления.

#### 2. *Неадекватные тепловые характеристики материала*

1. Минимизировать температуру листа путем избирательного нагрева и / или профилирования температуры.
2. Заменить материал.
3. Использовать ленты, предотвращающие провисание.

---

### **3. Неравномерное или неустойчивое провисание листа**

#### **1. Неравномерная толщина листа**

1. Тщательно контролировать толщину листа.

#### **2. Неравномерная температура листа**

1. Поддерживать равномерную температуру в печи.
2. Устранить сквозняки.

#### **3. Неравномерная ориентация листа**

1. Минимизировать ориентацию листа и поддерживать ее равномерной.

#### **4. Колебания состава материала**

1. Контролировать тип и количество дробленки, а также однородность смеси

---

### **4. Неравномерное или неустойчивое предварительное растяжение листа**

#### **1. Неравномерная толщина листа**

1. Проконтролировать толщину листа.

#### **2. Неравномерная температура листа**

1. Поддерживать равномерную температуру в печи.
2. Устранить сквозняки.

#### **3. Неравномерная ориентация листа**

1. Минимизировать ориентацию листа и поддерживать ее равномерной.

#### **4. Колебания состава материала**

1. Контролировать тип и количество дробленки, а также однородность смеси.

#### **5. Неравномерное давление воздуха**

1. Проверить давление на линии на предмет наличия колебаний.
2. Проверить воздушную систему на наличие утечки.
3. Обеспечить герметичное прилегание листа к поршню.
4. Отвести или перенаправить поступающий поток воздуха для предотвращения локального охлаждения листа

---

### **5. Неравномерная толщина стенок**

#### **1. Излишнее провисание листа.**

1. См. рекомендации в пункте 2.

- 
2. **Неравномерное или неустойчивое провисание листа.**
    1. См. рекомендации в пункте 3.
  3. **Провисание листа, дающее неправильное предварительное растяжение.**
    1. Использовать методы принудительного позитивного предварительного формования
  4. **Неравномерное или неустойчивое предварительное растяжение листа.**
    1. См. рекомендации в пункте 4.
  5. **Слишком медленное образование вакуума.**
    1. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.
  6. **Слишком холодная форма.**
    1. Увеличить температуру формы.
  7. **Неоднородная температура формы.**
    1. Проверить каналы охлаждения формы на закупоривание.
    2. Перераспределить каналы охлаждения формы
- 

## **6. Вытягивание листа из прижимной рамы**

1. **Недостаточная площадь зажима.**
    1. Увеличить площадь зажима.
  2. **Недостаточная сила зажима.**
    1. Увеличить силу зажима.
    2. Увеличить усилие захвата в зажиме (например, путем применения штифтов, рифления, участков с грубой поверхностью).
  3. **Неравномерный нагрев.**
    1. Проверить работу нагревателей в районе прижимной рамы.
    2. Контролировать температуру листа путем избирательного нагрева и / или распределения температуры по профилю
- 

## **7. Наличие пузырьков, вздутий или лунок**

1. **Лист слишком горячий.**
  1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1.
2. **Избыточная влажность.**
  1. Защитить лист от влаги путем обертывания в водоупорный материал.
  2. Хранить лист в условиях низкой влажности.
  3. Предварительно высушить лист.

4. Предварительно нагреть лист.
  5. Нагреть лист с обеих сторон.
  6. Уменьшить скорость нагрева листа
- 

## 8. Разрушение, вулканизация

### 1. Слишком горячая поверхность.

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1
- 

## 9. Побеление отформованного изделия

### 1. Формуемый лист слишком холодный.

1. Увеличить температуру листа. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1.
  2. Повысить скорость формования следующим образом:
    - а. Повысить скорость движения плиты.
    - б. Усилить вакуум. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.
- 

## 10. Покраснение, изменение интенсивности цвета

### 1. Лист слишком холодный.

1. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1.

### 2. Лист слишком горячий.

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1.

### 3. Термическая нестабильность материала.

1. Заменить материал.

### 4. Глубокая вытяжка.

2. Использовать лист большей толщины.
3. Выполнить предварительное растяжение либо использовать пуансоны.

### 5. Слишком горячая или слишком холодная форма.

1. Уменьшить или увеличить температуру формы
- 

## 11. Утрата мелких деталей

### 1. Слишком большая вытяжка.

1. Увеличить формируемый рельеф.
2. Уменьшить глубину вытяжки.

**2. Неравномерная вытяжка.**

1. Контролировать нагрев путем распределения температуры по профилю.
  2. Выполнить предварительное растяжение
- 

**12. Наличие перегородок, перемычек или складок**

**1. Слишком большая заготовка для листа.**

1. Уменьшить размер листа.

**2. Слишком горячий материал, либо излишнее провисание.**

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1.

**3. Недостаточный вакуум.**

1. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.

**4. Высокая глубина вытяжки.**

1. Использовать пуансон или кольцо.
2. Повысить скорость формы и пуансона/кольца.
3. Установить в зоне обрезки листа дополнительные натяжные устройства или ограничители.
4. Увеличить расстояние между гнездами многоместных форм.
5. Увеличить протяжку и / или радиусы.
6. Заменить формы с негативным формованием на позитивное.
7. Изменить конструкцию изделия и компоновку формы или использовать пуансоны.

**5. Нежесткое закрепление листа в прижимной раме.**

1. Обратиться к рекомендациям пункта 6.

**6. Колебания по глубине вытяжки, вызванные конструкцией изделия.**

1. Использовать методы распределения температуры по профилю, локального нагрева или принудительной вытяжки
- 

**13. Наличие следов охлаждения и бороздок**

**1. Слишком холодный пуансон или форма.**

1. Увеличить температуру пуансона или формы.

**2. Прилипание к пуансону.**

1. Обратиться к рекомендациям пункта 19.

**3. Плохая конструкция пуансона или формы.**

1. Доработать пуансон или форму в критических областях.



**4. Лист слишком холодный или слишком горячий по сравнению с пуансоном или формой**

1. Увеличить или уменьшить температуру листа. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1, и в пункте 2, параграф 1.

**5. Неоднородная температура формы.**

1. См. рекомендации в пункте 5, параграф 7

---

## **14. Наличие следов на поверхности**

**1. Наличие грязи или пыли на листе, пуансоне или форме.**

1. Почистить материал и инструменты.
2. Хранить материал и инструменты в чистом месте.
3. Изолировать область термоформования и создать в помещении избыточное давление отфильтрованного воздуха.

**2. Наличие физических повреждений листа или инструментов.**

1. Отремонтировать инструменты.
2. Модернизировать применяемую методику обработки и хранения с целью обеспечения защиты листа или инструментов.
3. Обернуть лист в защитный материал и / или разделить листы при помощи защитного материала

**3. Попадание воздуха в пространство между листом и формой.**

1. Повысить шероховатость поверхности формы.
2. Увеличить количество вакуумных отверстий в зоне попадания.

**4. Форма слишком холодная или слишком горячая.**

1. Увеличить или уменьшить температуру формы.

**5. Наличие влаги.**

1. См. рекомендации в пункте 7 параграф 2.

**6. Загрязнение материала.**

1. Поддерживать чистоту исходного материала и дробленки, отделить разные материалы друг от друга

---

## **15. Наличие микроотверстий или неровностей на стороне формируемого изделия, которая непосредственно контактирует с формой**

**1. Слишком горячий лист.**

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1.

**2. Слишком большие вакуумные отверстия.**

1. Уменьшить размер вакуумных отверстий

---

## 16. Появление блестящих полос

### 1. *Локальный перегрев.*

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 1.
2. Использовать методы распределения температуры по профилю.

### 2. *Низкое качество листа.*

1. Улучшить качество листа
- 

## 17. Следы усадки

### 1. *Недостаточный вакуум.*

1. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.
- 

## 18. Деформация или усадка изделия

### 1. *В момент удаления из формы и / или из зажима изделие слишком горячее.*

1. Увеличить время охлаждения.
2. Снизить температуру формы.
3. Использовать дополнительные методы охлаждения, в частности, подачу струи воздуха или использование водяного пара.

### 2. *Неравномерное охлаждение изделия.*

1. См. рекомендации в пункте 5, параграф 7.

### 3. *Неравномерная толщина стенок.*

1. См. рекомендации в пункте 5.

### 4. *Форма слишком холодная.*

1. Увеличить температуру формы.

### 5. *Сформированное изделие слишком холодное.*

1. Увеличить температуру листа. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1.
2. Увеличить скорость формования.
  - а. Увеличить скорость движения плиты.
  - б. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.

### 6. *Неправильная конструкция изделия.*

1. Увеличить жесткость изделия и раздробить поверхности с большой площадью с использованием ребер, округлений и рифленых участков



---

## 19. Прилипание к пуансону

### 1. Пуансон слишком горячий.

1. Уменьшить температуру пуансона.
2. Использовать антиадгезив для формы или смазку.
3. Нанести на пуансон тефлоновое\* покрытие.
4. Обернуть пуансон куском войлока или фланели.
5. Использовать пуансон из вспененного полимера.

\* Teflon - это торговый знак компании E.I. DuPont de Nemours & Co., Inc.

---

## 20. Прилипание к форме

### 1. В момент удаления из формы изделие слишком горячее.

1. Увеличить время охлаждения.
2. Снизить температуру формы.

### 2. Недостаточная вытяжка в форме.

1. Увеличить вытяжку или конус.
2. Увеличить давление выталкивающего воздуха и время.
3. Уменьшить скорость формы.
4. Удалять из формы более горячее изделие для уменьшения усадки:
  - а. Уменьшить длительность цикла охлаждения.
  - б. Нагреть форму.
5. Использовать форму с позитивным формованием.
6. Использовать антиадгезив для формы.

### 3. Наличие обратных наклонов в форме.

1. Не допускать их наличия.
2. Использовать съемные или втягивающиеся компоненты формы.
3. Увеличить давление выталкивающего воздуха и время его действия.
4. Уменьшить скорость формы.

### 4. Грубая поверхность формы.

1. Отполировать форму.
  2. Использовать антиадгезив для формы.
- 

## 21. Разрыв листа в процессе формования

### 1. Лист слишком холодный или слишком горячий.

1. Увеличить или уменьшить температуру листа. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1, и в пункте 2, параграф 1.

### 2. Неравномерная толщина листа.

1. См. рекомендации в пункте 5.

**3. Большая глубина вытяжки.**

1. Выполнить предварительное вытягивание или использовать пуансоны.

**4. Недостаточная термостойкость материала.**

1. См. рекомендации в пункте 2, параграф 2.

---

## **22. Растрескивание изделия**

**1. Высокие внутренние напряжения.**

1. Увеличить температуру формообразования листа. См. рекомендации в пункте 1, параграф 1.
2. Увеличить скорость формования изделия. См. рекомендации в пункте 1, параграф 2.

**2. Неравномерное распределение материала.**

1. Выполнить предварительное вытягивание или использовать пуансоны.
2. Использовать распределение температуры по профилю.

**3. Дефекты конструкции изделия.**

1. Увеличить радиус