



# Применение препрегов (полиэфирных листовых прессматериалов - ПЛП) в производстве электрических шкафов

*Преимущества ПЛП в сравнении с  
материалами из поликарбоната,  
пластика и полифениленоксида*



# Структура терморезистивного ПЛП

Полиэфирный листовой прессматериал представляет собой соединение трех основных компонентов:

- плотная сетка макромолекул полиэфира, образующих **химическое соединение** во время формовки
- минеральный наполнитель
- **25 мм** отрезки стекловолокна, которые играют **роль механического каркаса**

## Результаты:

- ✓ **Высокая общая устойчивость;** долговечен и устойчив к внешним воздействиям (срок службы >30 лет)
- ✓ Высокая резистентность к температурным воздействиям
- ✓ При равных достоинствах с другими материалами, является **более конкурентоспособным:** ПЛП содержит 25-30% органики, и следовательно, не зависит от колебаний цены на нефть.



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Структура термопластов

Термопласт представляет собой соединение **химически не связанных макромолекул**.

Свойства полимеров-термопластов в основном обусловлены их полимерной природой.

## Результат:

- Они могут обладать сами по себе хорошими характеристиками, но быть уязвимыми в плане **внешних воздействий** (механическое воздействие, влажность, температура, ультрафиолетовое излучение и т.д.), способных повлечь **значительную утрату исходных качеств** (напр., потерю более 50% устойчивости к механическим воздействиям).
- Сохранность их свойств не гарантирована за пределами периода от 5 до 10 лет (даже для УФ стабилизированных изделий).
- Это заставляет выбирать материалы высокого качества, но дорогие, и следовательно, **менее конкурентоспособные** (но, с другой стороны, очень дешевый термопласт не имеет гарантии на весь срок службы).

Термопласты содержат **от 70 % до 100% органики**, а следовательно, их стоимость сильно зависит от колебаний цен на нефть.

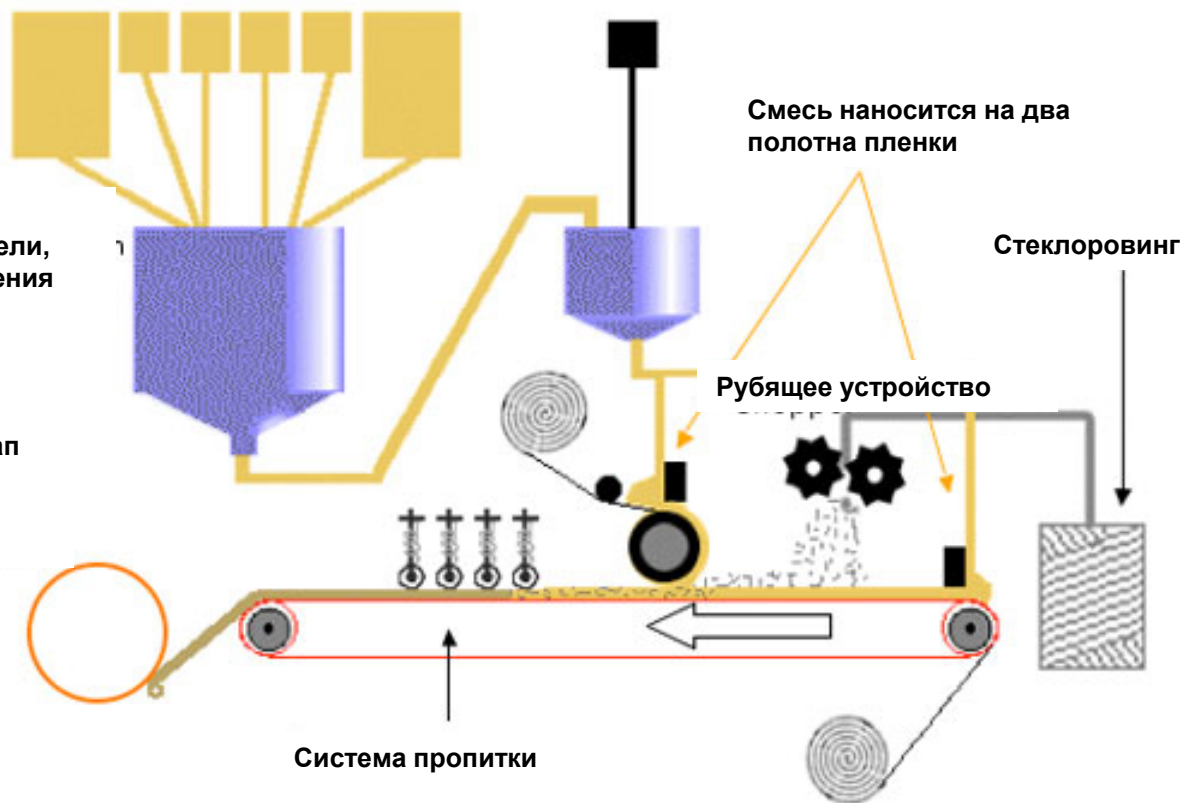


**Квазар Маес**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
**Maes**  
GROUPE CAHORS

# Технология производства ПЛП

Полиэфирная смола,  
минеральные наполнители,  
добавки для приготовления  
смеси

Заключительный этап  
скручивания ПЛП в  
рулоны

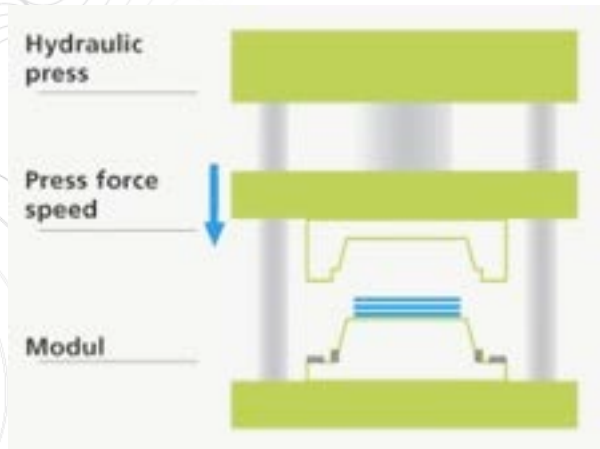


**ПЛП – материал, созданный в соответствии  
с заданными характеристиками**



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
**Маес**  
GROUPE CAHORS

# Технологический цикл производства ПЛП горячим прессованием

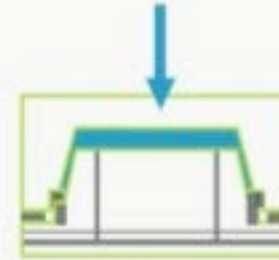


- Гидравлический пресс
- Прессование, сила, скорость
- модуль



Start of cycle.  
Charge placement,  
mould coverage 50  
to 70 %

Начало цикла.  
Размещение материала,



Moulding, 60 - 100 bar  
specific pressure,  
130 to 160 °C

Формовка, под  
давлением  
60-100 бар, температура  
130 - 160° C



Moulding, 60 - 100 bar  
specific pressure,  
130 to 160 °C

Формовка, под  
давлением 60-100  
бар, температура  
130 - 160° C

## Преимущества получения ПЛП прессованием:

- Высокая температура и литье под высоким давлением = высокая реактивность = жесткая структура
- Длинные отрезки стекловолокна = высокая механическая прочность
- Изделия больших размеров



Квазар Маес  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ

GRUPE CAHORS

CONNECTER LES ÉNERGIES AUX HOMMES

# Продукция Группы КАГОР



**Упругость** в 4 - 5 раз превосходит упругость термопластов идентичной толщины

Прочность на изгиб от 1,3 до 2-х раз выше

Износостойкость выше, чем у термопластов (устойчивость к многократным воздействиям)

Высокая прочность при сжатии

Высокая ударопрочность (благодаря стекловолокну)

Сохранение механических свойств в температурном диапазоне от  $-40^{\circ}$  до  $130^{\circ}$  C

**Сохранение механических свойств во времени (несколько десятков лет) на открытом воздухе**



# Механические свойства ПЛП

## Механические характеристики электрошкафов из ПЛП

**Низкий уровень деформации от механических воздействий** (защита от электрических контактов – уровень защиты IP).

Устойчивость к постоянным механическим воздействиям – **отсутствие деформации** в противоположность термопластам (например, сохранение напряжения сжатия без образования трещин).

Устойчивость к вибрации (движение автомобилей, воздействие ветра...), которая способна нарушить механическую устойчивость термопласта вплоть до его разрушения (появление трещин).

Ударопрочность > 10-20J (20J = 5 кг – время = 40см)

Достаточная сохранность защитных свойств корпуса после удара, вызывающего трещины.

**Закрытые трещины не увеличиваются** (благодаря стекловолокну).

**Недоступность электрических контактов (IP защита) → Защита людей**

Что касается термопластов, то если сила удара действительно велика, то он может расколоться и тем самым утратить свои защитные функции -> Риск поражения электрическим током.



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ





# Формоустойчивость

- Объемная усадка  $< 0,15\%$ , т.е. от 3-х до 7 раз меньше, чем термопласты PC, PPE
- Низкий уровень водопоглощения (соответствует PC, PPE после 24-часового погружения)
- Коэффициент теплового расширения в 4 раза ниже, чем у термопластов и идентичны показателям металлов
- Температурная деформация ( $1,8\text{MPa}$ )  $> 200^\circ\text{C}$  после PC  $\sim 128^\circ\text{C}$  и PPE  $\sim 100^\circ\text{C}$

## Высокая устойчивость к температурным изменениям

**Тест на твердость с помощью стального шарика: SMC  $> 200^\circ\text{C}$**  в сравнении с ABS PC  
:75-100  $^\circ\text{C}$  PC : 125  $^\circ\text{C}$  PPE: 75-125  $^\circ\text{C}$

Высокие температурные величины свидетельствуют о высокой степени огнестойкости материала.

Слабая теплопроводность (изоляционные свойства соответствуют показателям термопластов) позволяет уменьшить внутреннюю конденсацию.

## Результаты:

- Высокая устойчивость к температурным изменениям без деформации, что свидетельствует о сохранении защитных свойств (IP) и функциональных качеств (напр., движение двери).
- Высокая стабильность объемных характеристик при любой температуре.



**Maec**  
GROUPE CAHORS

# Электроизоляционные свойства

## Свойства ПЛП:

Высокое удельное объемное электрическое сопротивление  $> 10^{12}$  Ohm.cm

Высокое удельное поверхностное электрическое сопротивление  $> 10^{14}$  Ohm

**ПЛП: после 100 капель (электролита) -> воспламенение отсутствует**

ABS PC: после 2 капель -> появление тока + воспламенение образца

PPE: после 9 капель -> появление тока + воспламенение образца

## Проявление электроизоляционных свойств в электрошкафах:

- ПЛП обладает высокими электроизоляционными свойствами.
- ПЛП имеет  $CTI > 600V$  и следовательно нет риска воспламенения в случае "блуждающего тока"
- Этот изоляционный материал обычно применяют в случаях прямых контактов с металлом (в качестве основы для движущихся деталей)



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Огнестойкость

## Свойства ПЛП:

**Стойкость к горению:** Glow Wire Test (испытание нагретой проволокой) 850 °C и 960 °C (норма IEC 60695-2-12).

**ПЛП = выдержка 20-50 сек. при 960° C – отсутствие капель.**

Естественная стойкость к воспламенению и распространению огня (ввиду низкого содержания органических веществ).

Не может быть поврежден огнем, в отличие от электрошкафов из термопласта.

**Не плавится, не капает, не разрушается от воздействия внешнего огня (высокой температуры), всегда обеспечивает сохранность внутреннего оборудования.**

Малый объем и слабая токсичность дыма (CO<sub>2</sub> – CO..).

В противоположность густому дыму и токсичному газу термопластов (как результат горения токсичных галогенов или других веществ).

**Отсутствие коррозионного дыма и газов,** благодаря низкому уровню разрушения внутреннего оборудования в случае возгорания.

Не содержит галогена, препятствующего горению.



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Устойчивость к химическому воздействию

	ПЛП	РС	АВС РС	PPE
<b>Растворители</b>	хорошая	низкая (растрескивание)	низкая (растрескивание)	низкая (растрескивание)
<b>Слабые кислоты</b>	хорошая	низкая	низкая	хорошая
<b>Сильные кислоты</b>	хорошая	низкая	низкая	хорошая
<b>Weak base</b>	хорошая	низкая		хорошая
<b>Strong base</b>	хорошая	низкая		хорошая
<b>Морская вода</b>	хорошая	хорошая		хорошая
<b>Гипохлорит натрия</b>	хорошая	низкая		хорошая



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Устойчивость к химическому воздействию

## Химическая устойчивость электрошкафов из ПЛП:

- Легко очищается с помощью традиционных растворителей
- Кислотоустойчивость – соляная кислота (10%), фосфорная кислота (85%), серная кислота (37,5%), азотная кислота (10%)
- Устойчивость к щелочной среде (гипохлорит натрия)
- Устойчивость к **нагретому асфальту** (нижняя часть электрошкафа, находящаяся в контакте с поверхностью дорожного полотна), углеводороду, спирту, метилхлориду, морской воде



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Устойчивость к атмосферным воздействиям

## Свойства ПЛП:

Поверхность становится матовой (теряет блеск) после 2 - 5 лет службы. Далее показывается стекловолокно; но процесс потери волокна быстро останавливается.

Несколько десятилетий спустя появляется глубокая эрозия < **100-150 микрон.**

**Толщина ПЛП остается без изменений.**

Если есть необходимость улучшить внешний вид и устранить эрозию), ПЛП легко очищается щеткой с помощью обычных моющих средств для возвращения первоначального вида.

ПЛП можно красить акриловой краской или лаком (после предварительной очистки поверхности).

Исходные качества сохраняются в диапазоне от -40 до +130 °C **независимо от атмосферных изменений = Основные характеристики, отличающие ПЛП от термопластов.**



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



# Устойчивость к атмосферным воздействиям

Типовые требования к надежности при длительной эксплуатации на открытом воздухе: потеря механических свойств допускается в размере  $< 50\%$  после 20 лет эксплуатации на открытом воздухе.

**ПЛП является материалом с длительным сроком эксплуатации** и гарантирует его ( $> 30$  лет) независимо от внешних условий (УФ лучи, влажность, температура).

Испытания показывают 10-15% потерю механической прочности электрошкафов после 20 лет эксплуатации на открытом воздухе (суровые условия с колебаниями температуры в  $45^{\circ}$ ).

ABS-PC, PC, PPE приобретают матовый оттенок и желтеют, когда заканчивается срок действия их УФ стабилизатора. Они теряют механическую прочность с течением времени.

## ● ДОЛГОСРОЧНОСТЬ / ЭКСПЛУАТАЦИЯ

**ПЛП – это удачное решение для изготовления электрошкафов, не требующих ухода.**

ПЛП отвечает современным техническим требованиям и со всей вероятностью будет им соответствовать в случае ужесточения норм (например, электрошкафы во Франции)

ПЛП является терморезистивным загущенным материалом, который не может быть использован в других целях (например, металл или термопласт могут быть предметом хищения с целью продажи)

ПЛП вандалоустойчив (воровство и перепродажа), он хорошо противостоит традиционным агрессивным факторам (механические повреждения, огонь...)

ПЛП легко очищается и его можно красить.



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ КОМПАНИЯ



CONNECTER LES ÉNERGIES AUX HOMMES

# Экологические факторы

## УТИЛИЗАЦИЯ

- ПЛП является материалом с длительным сроком службы, поэтому **он более приемлем в экологическом плане.**
- Он содержит лишь 25% органических веществ (получаемых из нефтепродуктов), остальные его компоненты имеют минеральную природу (в основном, наполнитель из карбоната кальция и стекловолокно).
- В конце срока службы, спустя несколько десятилетий, его можно:
  - измельчить и использовать в качестве наполнителя в разных материалах
  - использовать в качестве наполнителя в бетонных конструкциях

Последние испытания во Франции показывают хорошую совместимость измельченного ПЛП с бетонными материалами. Действительно, ПЛП представляет собой низкую теплотворную ценность так же как и кальций (из наполнителя  $\text{CaCO}_3$ ) или Si (стекловолокно  $\text{SiO}_2$ ), содержащиеся в цементе.

- в худшем случае, его можно сжечь на мусоросжигательном заводе (инертный продукт без галогенов).



**Квазар**  
ТОРГОВО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ



**Maec**  
GROUPE CAHORS