УДК 620.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ ПОЛИПРОПИЛЕНА С НАПОЛНЕНИЕМ СТЕКЛОВОЛОКНОМ

Кузнецов Д.А. – студент гр. ТСб-221,
Руководитель: Пимонов М.В. – к.т.н., доцент кафедры
технологий машиностроения
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»,
Россия, г. Кемерово

Полипропилен (PP, ПП) – синтетический термопластичный полимер класса полиолефинов. Получают путём полимеризации мономера пропилена (C_3H_6). Химическая формула – $(C_3H_6)_n$, где n – степень полимеризации, то есть количество мономерных звеньев пропилена в полимерной цепи [1].

Полипропилен с наполнителем – это материал, в который добавляют наполнители (обычно стекловолокно, углеродное волокно, минеральные наполнители и т.д.) для улучшения физических свойств.

Некоторые преимущества полипропилена с наполнителем:

- Высокая прочность. Добавление наполнителей повышает прочность полипропилена, включая прочность на разрыв, ударную вязкость и прочность на изгиб.
- Повышенная жёсткость. Наполнитель делает полипропилен более подходящим для применений, требующих высокой жёсткости, таких как автомобильные детали и корпуса электронного оборудования.
- Улучшенная термостойкость. Полипропилен с наполнителем обычно обладает лучшей термостойкостью и выдерживает использование при более высоких температурах.
- Уменьшение теплового расширения. Наполнитель может уменьшать скорость теплового расширения полипропилена, что увеличивает его устойчивость размера.
- Электрическая изоляция. Полипропилен с наполнителем обычно сохраняет электрическую изоляцию полипропилена, что подходит для некоторых электронных и электрических применений.

Области применения полипропилена с наполнителем включают автомобильную промышленность, строительную промышленность, электронную промышленность, производство потребительских товаров, медицинское оборудование, трубопроводные системы и т.д. [2].

Материалы и методики эксперимента

Испытания проводились на образцах, изготовленных из полипропилена с наполнением стекловолокном. Методика изготовления идентична для всех образцов образцы отличались процентом наполнения стекловолокном.

Образцы разделены на серии в зависимости от процента наполнения стекловолокном:

ПП LGF 35 FR –наполнение стекловолокном 35%;

ПП LGF 36 FR – наполнение стекловолокном 36%;

ПП LGF 30 FR – наполнение стекловолокном 30%;

Образцы кондиционировались при условиях, указанных в нормативном документе на испытуемый материал [3, 4]. Продолжительность кондиционирования была не менее 16 ч. Условия кондиционирования: температура (23 ±2)°С и относительная влажность (50 ±10)%. Испытание проводились в той же атмосфере, которая использовалась для кондиционирования образцов.

Коэффициент трения определялся на базе ГОСТ 11629-2017 [5], с модификацией методики под имеющееся оборудование. Схема испытаний приведена на рисунке 1.

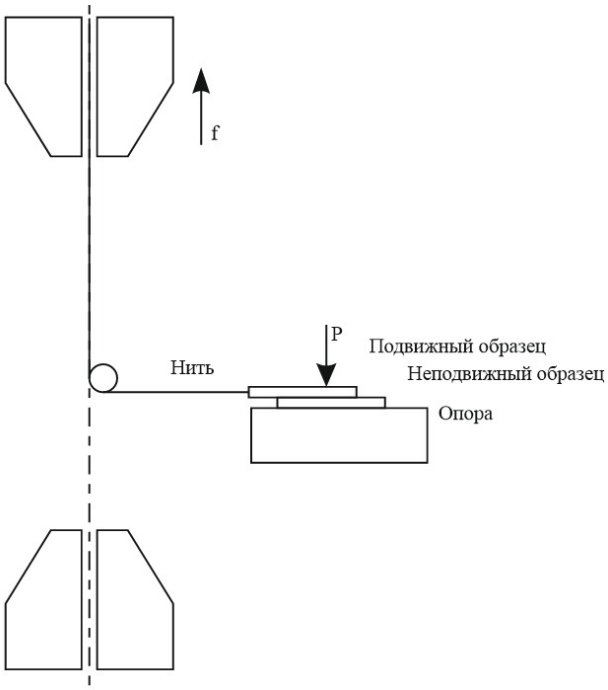

Рисунок 1 – Схема испытаний при определении коэффициента трения

Итоговая формула для расчёта коэффициента трения имеет вид:

$$\mu = \frac{F}{9{,}8 * P} \quad (1)$$

где F – максимальное усилие в момент начала проскальзывания образцов, P – вес груза.

При испытании производилось определение:

- статического коэффициента трения – при первоначальном сдвиге образца
- динамического коэффициента трения – при равномерном скольжении образца.

В качестве нити для передачи движущего усилия использовалась нить тетивная BCY Bowstring Material BCY-X99 обладающая коэффициентом растяжения менее 1%

Результаты и их обсуждение

Перед определением коэффициента трения проведены пробные эксперименты, для определения влияния приложенной нагрузки и скорости на коэффициент трения. Пробные испытания проводились на образцах из ПП LGF 30 FR, при этом производилась фиксация некоторых диаграмм записи графика «время испытания – усилие» (рисунок 2, 3).

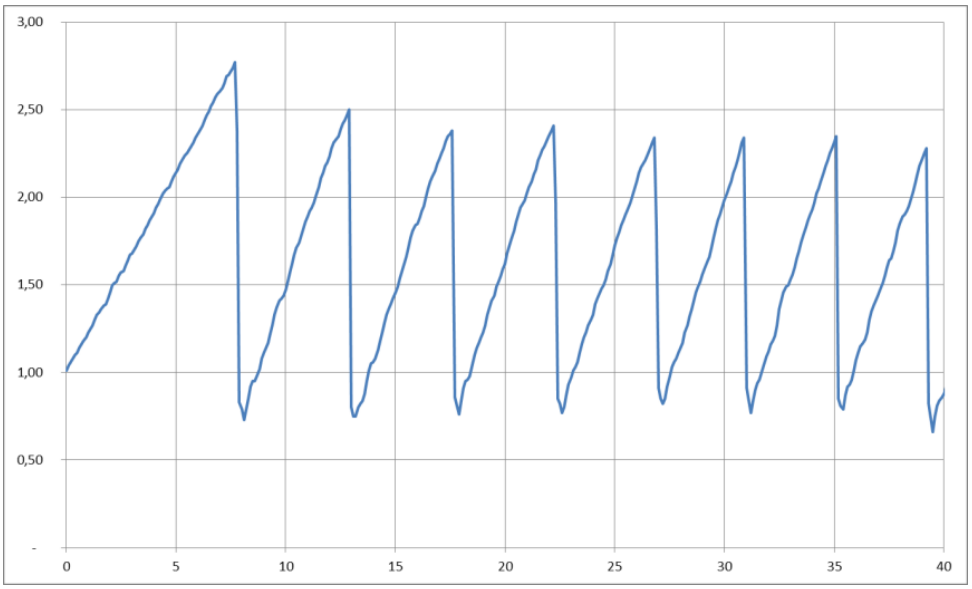

Рисунок 2 – Диаграмма испытания скорость 5 мм/мин, нагрузка 0,809.
Ось X – время испытания, ось Y – усилие F на подвижном зажиме.

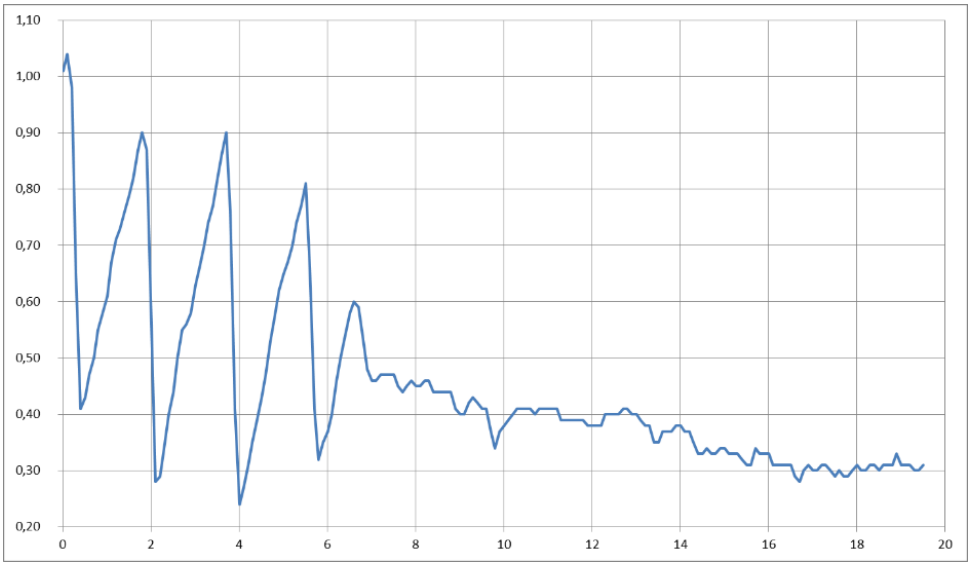

Рисунок 3 – Диаграмма испытания скорость 10 мм/мин, нагрузка 1,211.
Ось X – время испытания, ось Y – усилие F на подвижном зажиме.

По результатам предварительных экспериментов оптимальным параметром испытания выбраны: скорость подвижного зажима 5 мм/мин, вес грузов 0,809 кг, так как при этом возможна частичная запись диаграмм «время испытания – усилие», для удобства расчётов, результаты испытаний показали более стабильный и адекватный результат чем при других нагрузках и скоростях.

Наименьший статический и динамический коэффициент трения показали (таблица 1) образцы ПП LGF 36 FR, причём он более чем в 2 раза ниже, чем для других образцов.

Таблица 1 – Средние значения коэффициентов трения образцов

Наименование марки образцов	Коэффициент трения статический	Коэффициент трения динамический
ПП LGF 35 FR	0,33	0,29
ПП LGF 36 FR	0,15	0,12
ПП LGF 30 FR	0,27	0,23

Наименьший статический и динамический коэффициент трения имеют образцы ПП LGF 36 FR, причём он более чем в 2 раза ниже, чем для других образцов.

Список литературы:

1.М.А. Мельникова. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. // Учебное пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. С. 13.

2.Полипропилен: основные свойства, область применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://plastinfo.ru/information/articles/52/ (дата обращения: 17.11.2025).

3. ГОСТ 32656–2017 (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009) Композиты полимерные.

4. ГОСТ 12423–2013 (ISO 291:2008) Пластмассы. Условия кондиционирования и испытания образцов (проб)

5. ГОСТ 11629–2017 Пластмассы. Метод определения коэффициента трения