

Моделирование механических свойств композитных материалов является важной задачей в материаловедении, позволяющей прогнозировать поведение материалов под нагрузкой и оптимизировать их характеристики. Однако, качество разрабатываемых моделей напрямую зависит от качества исходных данных, используемых для их обучения. Проанализировав предоставленный датасет, можно сделать вывод, что он не соответствует необходимым требованиям для получения адекватных моделей линейной регрессии. В данной рекомендации будут рассмотрены ключевые аспекты, которые необходимо учитывать при сборе данных для моделирования механических свойств композитных материалов.

#### Выбор целевых переменных

Как было отмечено, в качестве целевых переменных были выбраны "Модуль упругости при растяжении, ГПа" и "Прочность при растяжении, МПа". Данный выбор является обоснованным, так как эти характеристики являются ключевыми при оценке механических свойств композитных материалов и широко используются в инженерной практике. Согласно ГОСТ 25.601-80 "Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов). Метод испытания на растяжение при нормальной, повышенной и пониженной температурах", модуль упругости при растяжении и предел прочности при растяжении являются основными параметрами, определяющими механические свойства композитов.

#### Выбор предикторных переменных

Для получения адекватных моделей, необходимо тщательно подойти к выбору предикторных переменных, которые будут использоваться для прогнозирования целевых характеристик. Согласно ГОСТ Р 56762-2015 "Композиты полимерные. Определение основных физико-механических

характеристик", на механические свойства композитов влияют следующие факторы:

1. Свойства матрицы:

- Плотность, кг/м<sup>3</sup>
- Модуль упругости, ГПа
- Количество отвердителя, м.
- Содержание эпоксидных групп, %
- Температура вспышки, °С

2. Свойства армирующего наполнителя:

- Поверхностная плотность, г/м<sup>2</sup>
- Угол нашивки, град
- Шаг нашивки
- Плотность нашивки

3. Соотношение матрица-наполнитель:

- Соотношение матрица-наполнитель

Таким образом, при сборе данных необходимо обеспечить полноту информации по данным параметрам для каждого образца композитного материала. Важно также учитывать, что на механические свойства могут влиять и другие факторы, такие как технология изготовления, наличие дефектов, условия эксплуатации и т.д., поэтому при возможности необходимо фиксировать и эти характеристики.

Проанализировав ГОСТы можно утверждать, что основная информация была собрана в текущем дата сете, необходимо убедиться в правильности сбора данных переменных, либо расширить дата сет новыми признаками до появления связей внутри дата сета. Ниже будут указаны возможные дополнительные признаки для сбора, а также ГОСТы для проверки качества собранных данных. Не все признаки могут подойти, необходимо дополнительно проконсультироваться с экспертами в данной области.

## 1. Свойства матрицы:

- Плотность, кг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 15139-69 "Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)")
- Модуль упругости, ГПа (ГОСТ 9550-81 "Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе")
- Количество отвердителя, м.
- Содержание эпоксидных групп, % (ГОСТ 12497-78 "Пластмассы. Методы определения содержания эпоксидных групп")
- Температура вспышки, °С (ГОСТ 12.1.044-89 "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения")
- Предел прочности при растяжении, МПа (ГОСТ 11262-80 "Пластмассы. Метод испытания на растяжение")
- Относительное удлинение при разрыве, % (ГОСТ 11262-80 "Пластмассы. Метод испытания на растяжение")
- Ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup> (ГОСТ 4647-80 "Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи")

## 2. Свойства армирующего наполнителя:

- Тип армирующего наполнителя (ГОСТ 19170-2001 "Материалы композиционные полимерные. Термины и определения")
- Размер волокон, мкм (ГОСТ 6943.0-96 "Стекловолокно. Общие требования к методам испытаний")
- Прочность волокон, ГПа (ГОСТ 25276-82 "Стекловолокно. Метод определения прочности при растяжении")
- Модуль упругости волокон, ГПа (ГОСТ 25276-82 "Стекловолокно. Метод определения прочности при растяжении")
- Плотность волокон, г/см<sup>3</sup> (ГОСТ 15139-69 "Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)")

### 3. Соотношение матрица-наполнитель:

- Содержание армирующего наполнителя, % об. (ГОСТ 31938-2012 "Материалы композиционные полимерные. Метод определения содержания армирующего наполнителя")
- Адгезия матрица-наполнитель, МПа (ГОСТ 14760-69 "Пластмассы. Метод определения адгезии к металлам")