

Оценка срока службы для полимерных материалов методами термического анализа

Батуев Андрей Александрович

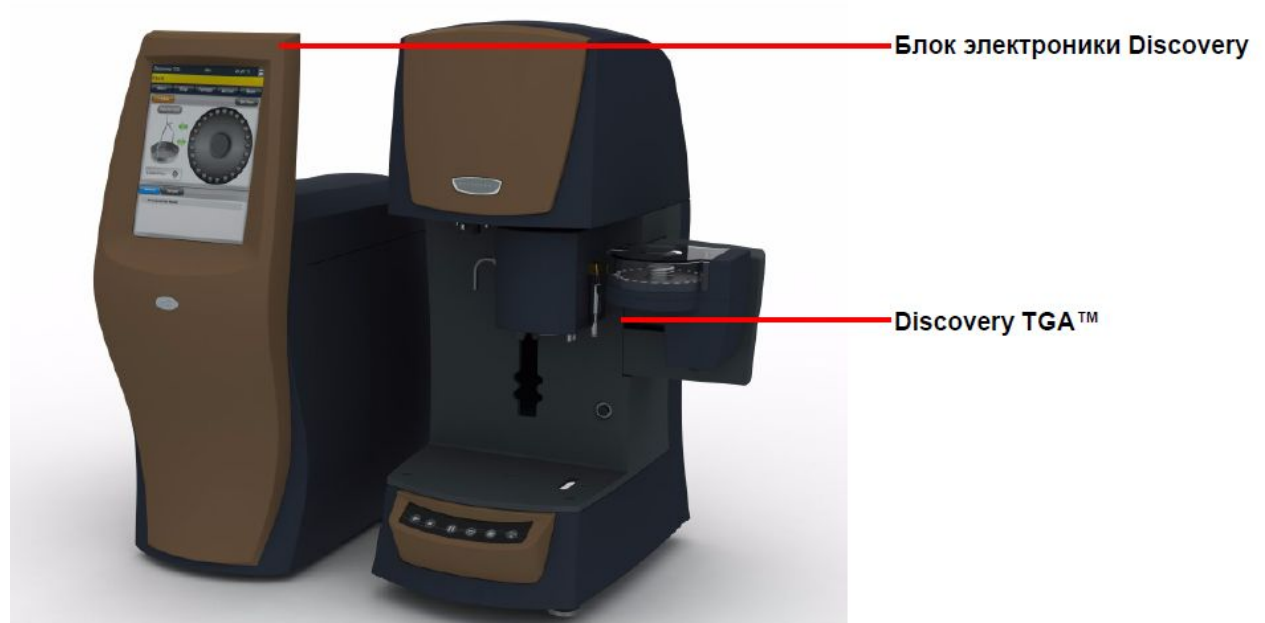


Рис.1. Термогравиметрический анализатор Discovery TGA

Discovery TGA состоит:

- Весы
- ИК печь
- Автосемплер
- Система охлаждения
- Модуль подачи газа

Оценка срока службы полимерных материалов по ASTM E1641 и ASTM E1877

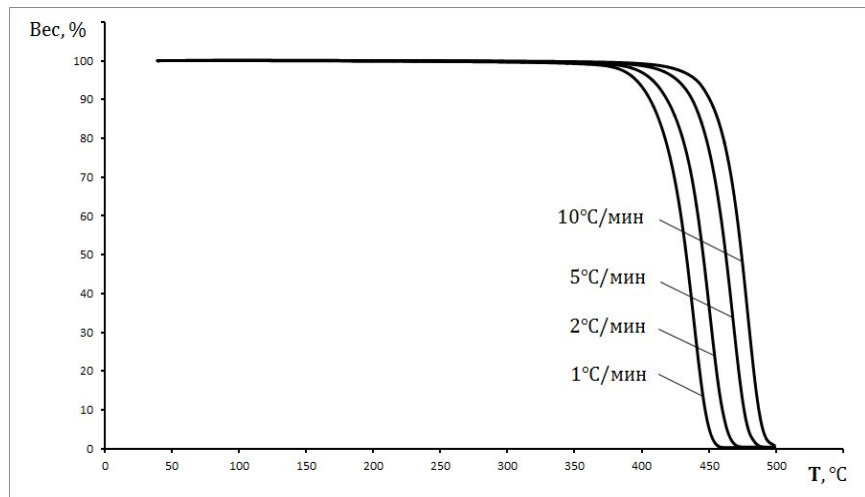


Рис. 2. Профили разложения ПЭ при различных скоростях нагрева

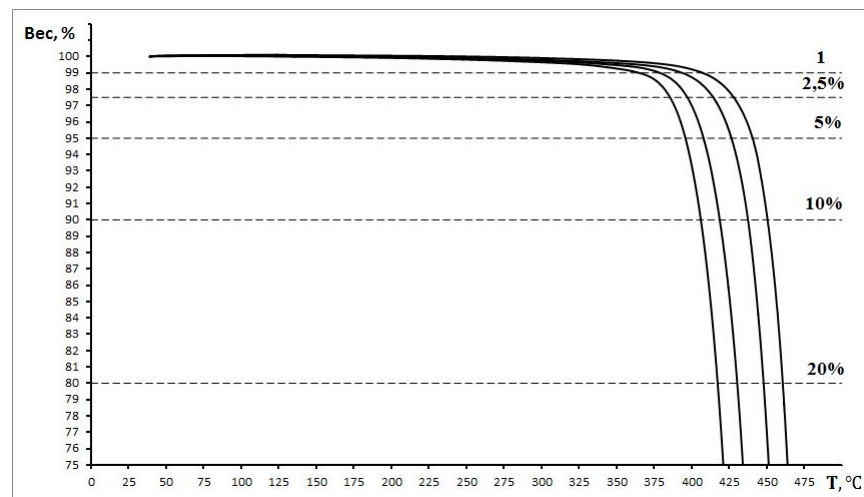


Рис. 3. Кривые потери веса на различных скоростях нагрева

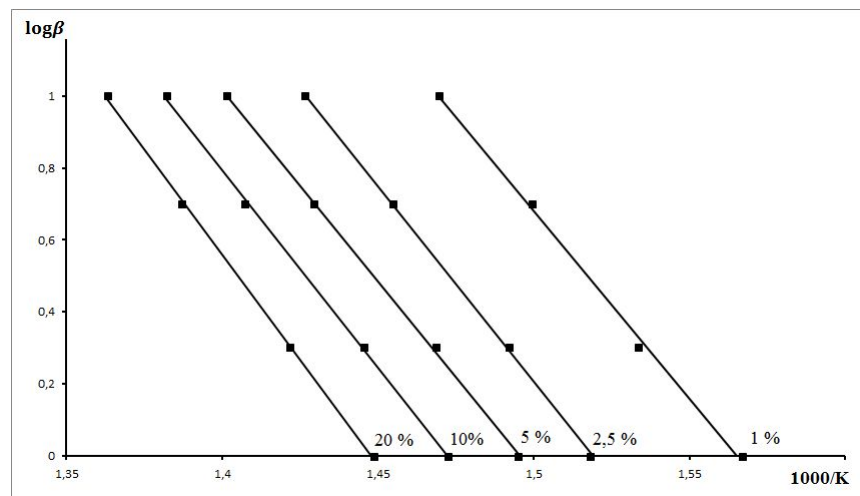


Рис. 4. Зависимость логарифма скорости нагрева от $1000/T$ при различных уровнях конверсии

Энергия активации:

$$E = \frac{-R}{b} * \left[\frac{d \log \beta}{d(1/T)} \right] \quad (1)$$

где, E – энергия активации, Дж/моль;

R=8,134 – газовая постоянная, Дж/(моль*К);

$m = \frac{d \log \beta}{d(1/T)}$ – наклон линии;

b – постоянная (b=0,457/К для первой итерации);

β – скорость нагрева, К/мин;

T – температура постоянной конверсии, К;

Предэкспонициальный множитель:

$$Z = -(\beta/E) * R * \ln(1 - \alpha) * 10^a \quad (2)$$

где, α - значение уровня конверсии;

$$\log t_f = E / (2,303 \cdot R \cdot T_f) + \log [E / (R \cdot \beta)] - a \quad (3)$$

$$T_f = E / (2,303 \cdot R \cdot [\log t_f - \log \{E / (R \cdot \beta)\} + a]) \quad (4)$$

где, t_f – время до отказа, мин; T_f – температура отказа, К.

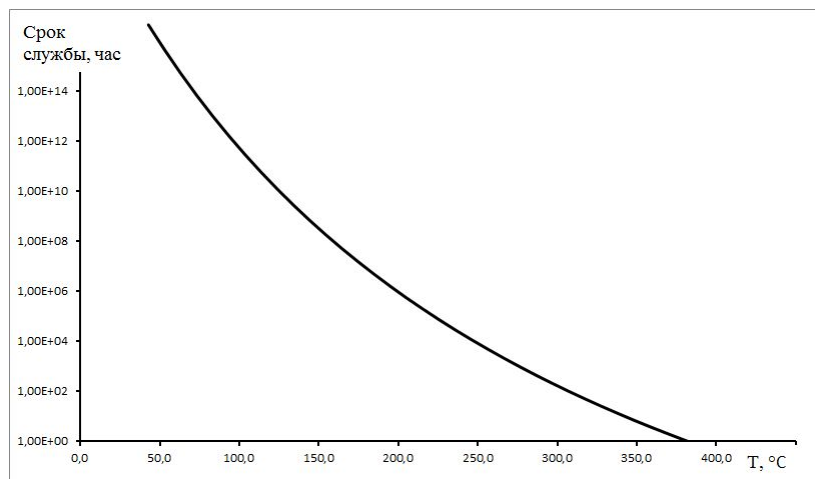


Рис. 5. Зависимость расчетного срока службы исследуемого материала от температуры для уровня конверсии 5 %

Рис. 6. Интерфейс программы для вычисления кинетических параметров и расчетного срока службы.

Использование модулированной термогравиметрии при определении кинетических параметров

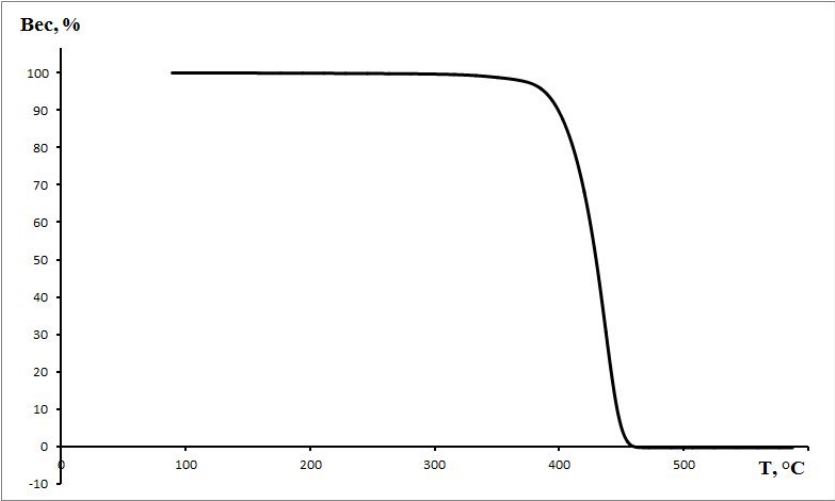


Рис. 7. Кривая потери веса для ПЭ высокой плотности

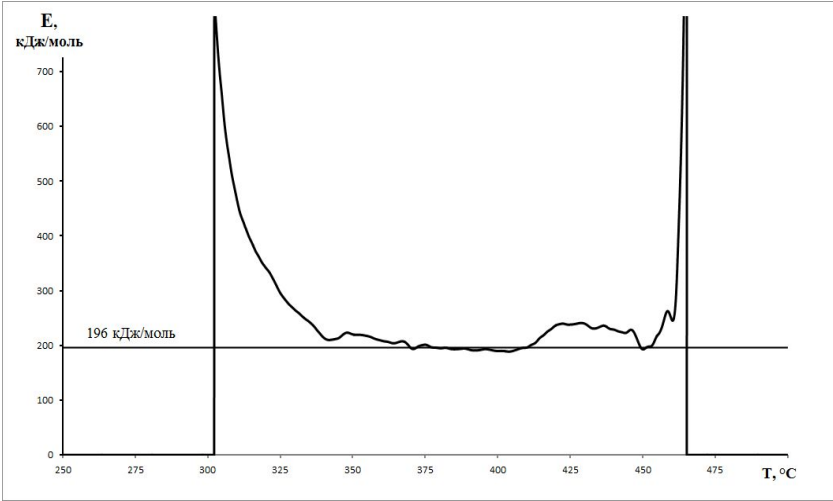


Рис. 8. Зависимость энергии активации от температуры для ПЭ высокой плотности

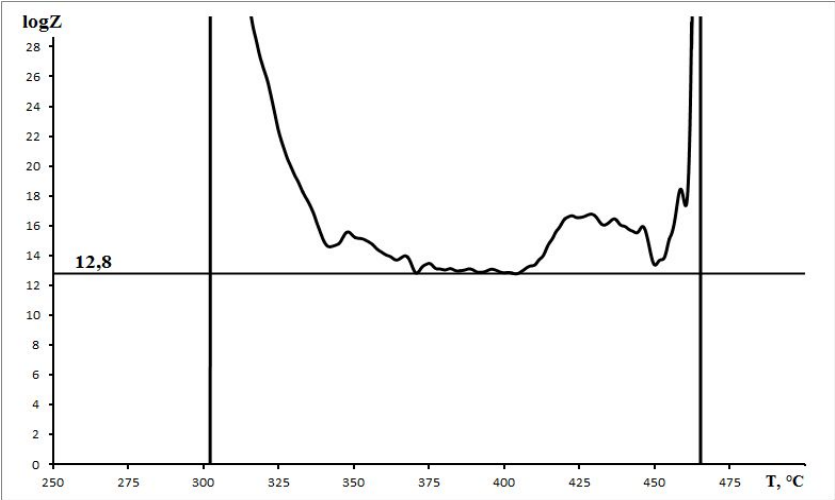


Рис. 9. Зависимость предэкспоненциального множителя от температуры для ПЭ высокой плотности

Кинетические постоянные	MTGA	ASTM E1641
Энергия активации (E)	196 кДж/моль	194 кДж/моль
Предэкспоненциальный множитель log Z	12,8 мин ⁻¹	12,4 мин ⁻¹

Результаты значений энергии активации и предэкспоненциального множителя

Расчет срока службы для полимерных композиций

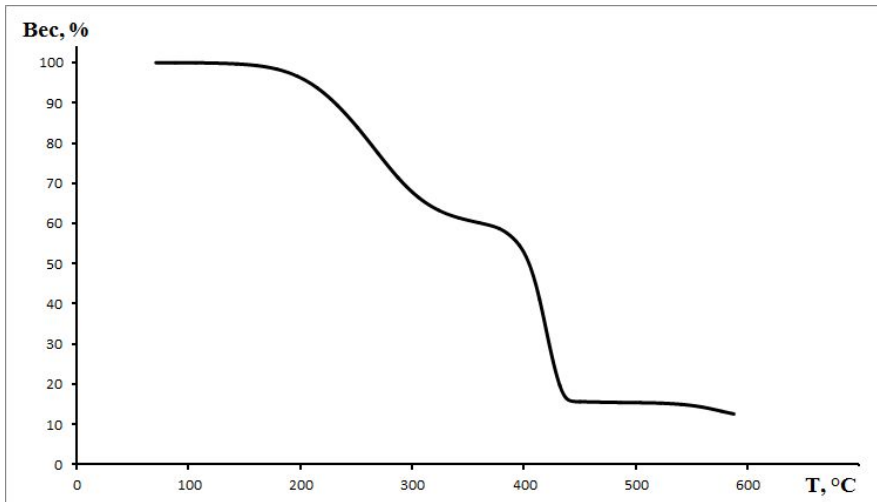


Рис. 10. Кривая потери веса для полимерной композиции

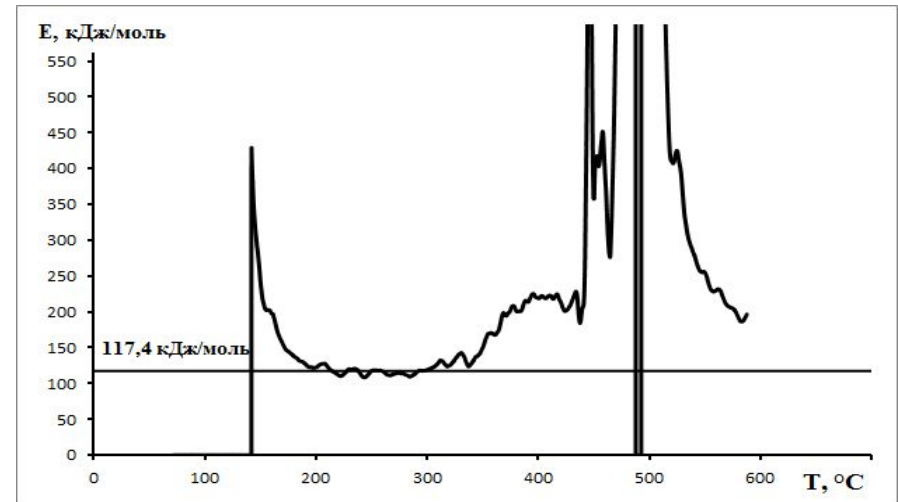


Рис. 11. Зависимость энергии активации от температуры для полимерной композиции

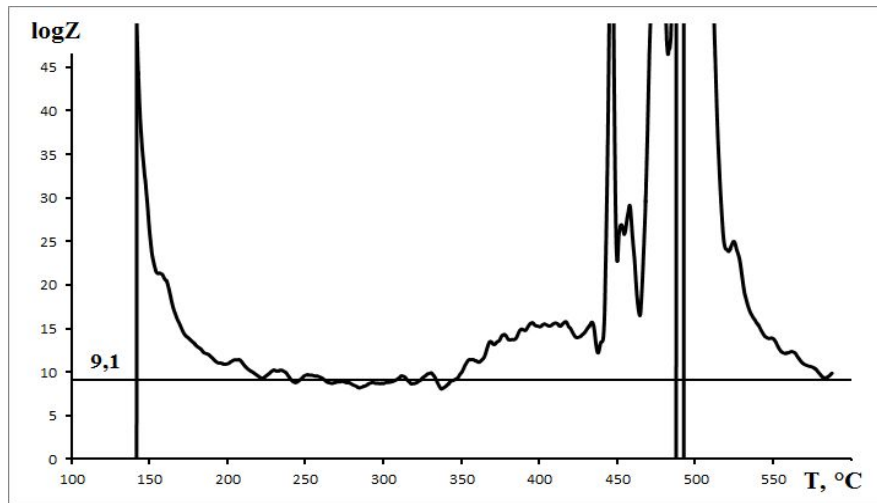


Рис. 12. Зависимость предэкспоненциального множителя от температуры для полимерной композиции

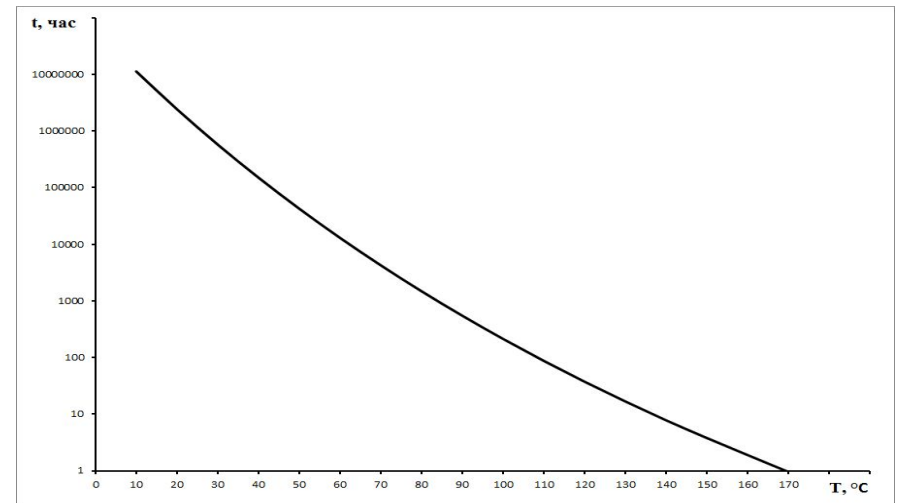


Рис. 13. Зависимость расчетного срока службы полимерной композиции от температуры для уровня конверсии 5 %

Экономическое обоснование проекта

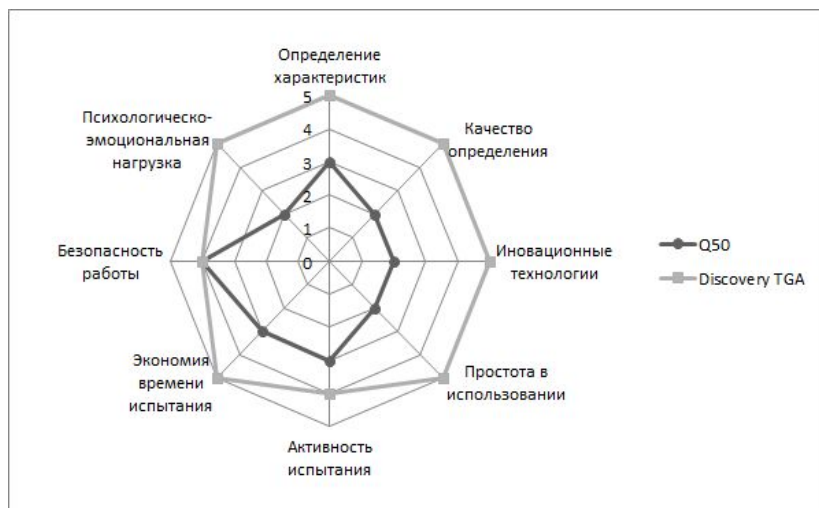


Рис. 14. Техничко-экономическое сравнение Discovery TGA и Q50



Рис. 15. График Ганта

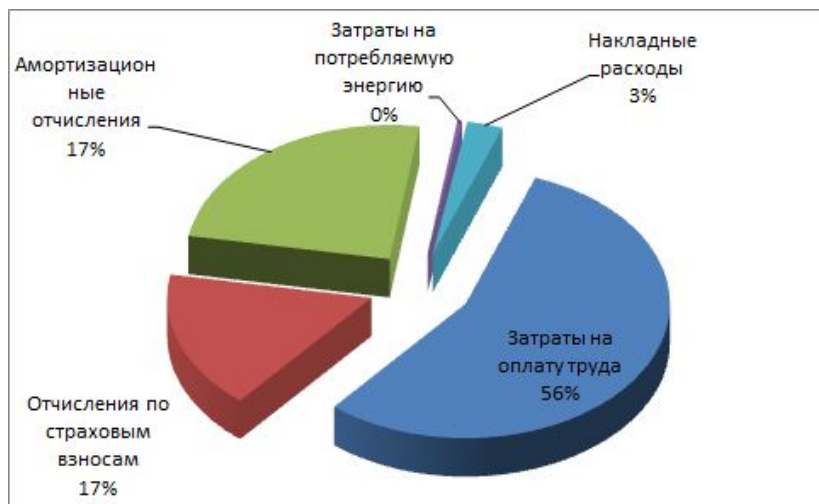


Рис. 16. Структура общих затрат на НИР

Показатель	Значение
Чистый приведенный доход NPV, тыс. руб.	4518,14
Индекс доходности PI	4,23
Норма доходности IRR %	58,05
Срок окупаемости PP, лет	4,4
Точка безубыточности Tb, заказ	6

Экономические показатели

Обеспечение безопасности персонала при проведении лабораторных испытаний кабельных изделий и материалов

Мероприятия по обеспечению безопасного выполнения работ включают в себя выполнение следующих требований:

- Проведение инструктажа студентов по охране труда на рабочем месте (в лаборатории);
- Требование по безопасности помещения лаборатории;
- Требования, предъявляемые к естественному и искусственному освещению в лаборатории;
- Требования, предъявляемые к отоплению в лаборатории;
- Требования по безопасности эксплуатации оборудования;
- Требования к индивидуальным средствам защиты;
- Требования по безопасности при работе с электрооборудованием;

Спасибо за внимание!