



Эксергетический баланс

Термодинамические методы анализа энергобалансов

- Для оценки эффективности технологических систем и процессов используют материальные балансы и энергетические балансы, базирующиеся на законах сохранения массы и энергии.
- Энергетический баланс учитывает только количественные соотношения преобразования энергии, на основе которых определяется энергетический коэффициент полезного действия, но при этом не дается оценка количественного различия энергоресурсов различной физической природы и разного потенциала.
- В связи с этим энергетические балансы дополняют эксергетическим балансом, основанном на одновременном учете первого и второго законов термодинамики.

Первый закон термодинамики

- Для составления и анализа энергетических балансов может быть использован первый закон термодинамики—частный случай закона сохранения энергии в применении к термическим процессам. Тепловая энергия Q , полученная системой, расходуется на увеличение внутренней энергии U системы и на совершение работы A .

$$Q = \Delta U + A$$

- При изобарном процессе полученная системой теплота расходуется на приращение энтальпии H

$$H = U + pV,$$

где p -давление, V -объем

Второй закон термодинамики

- Второй закон термодинамики позволяет предсказывать принципиальную возможность и направление протекания различных процессов и конечные состояния, которых они достигают. Для изолированной системы направление процесса определяется изменением энтропии **S**.
- Дифференциал энтропии **dS** в обратимом процессе равен отношению приращения теплоты, полученного системой, к абсолютной температуре системы

$$dS = \delta Q / T$$

Для изолированной системы энтропия может только возрастать **dS > 0** и максимальна в состоянии равновесия **dS = 0**

Максимальная полезная работа - эксергия теплоты **Q** - представляет собой работу равновесного цикла Карно

$$L = Q(1 - T_u / T_z)$$

- где **T_u**- температура окружающей среды, **T_z**- температура производства теплоты.

Эксергия

- Энергия может быть представлена на T,s диаграмме как площадь фигуры, лежащей ниже температуры производства теплоты T_z . Часть тепловой энергии над линией температуры окружающей среды T_u -эксергия- имеет термодинамическую ценность и может быть преобразована в другие виды энергии, часть тепловой энергии ниже линии температуры окружающей среды, анергия - термодинамически бесполезна.



Эксергетический баланс

- Потеря работоспособности системы обусловлена рассеиванием энергии вследствие неравновесности процессов. Для эксергии неприменим закон сохранения, сумма эксергий всех элементов системы в ходе процесса уменьшается. Уравнение Гюи-Стодолы позволяет определить эксергетические потери D

$$D = T_u \Delta S,$$

где ΔS - изменение энтропии

Чем больше неравновесность процессов, тем меньше производимая системой работа.

- Уравнение эксергетического баланса имеет вид

$$\sum E' = \sum E'' + D,$$

где $\sum E'$ и $\sum E''$ - входящие и выходящие потоки эксергии, D - потери эксергии.

Эксергетический коэффициент полезного действия

$$\eta_{\text{э}} = \Sigma E'' / \Sigma E' < 1$$

- Эксергетический коэффициент полезного действия показывает степень приближения системы к идеальной, $\eta_{\text{э}}$ всегда меньше единицы.
- Все реальные процессы необратимы, чем больше приращение энтропии в результате их протекания, тем больше эксергетические потери и меньше производимая работа.

На основании эксергетического коэффициента полезного действия можно:

- объективно сравнивать процессы, предназначенные **для одной цели**, и выбирать наиболее эффективный с эксергетической точки зрения процесс,
- определить целесообразность усовершенствования процесса,
- оценить влияние на эффективность процесса различных статей расхода энергии, определить целесообразность применения различных способов улучшения показателей процесса.