

ТЕРМОДИНАМИКА ЖИВОГО ОРГАНИЗМА

*Л.А. Трифонова, студентка 1 курса экономического факультета
Научный руководитель – к.б.н., доцент Т.А. Индирякова
Ульяновская ГСХА*

Важнейшее свойство живых организмов заключается в их способности улавливать, преобразовывать и запасать энергию в различных формах. Общие законы, определяющие превращения энергии, изучаются термодинамикой. Законы термодинамики универсальны для неживой и живой природы, но, формулируя их, мы не исследуем конкретной сущности процессов, происходящих при нагревании воды или при развитии эмбриона. Термодинамика наука феноменологическая (от слова «феномен» — явление). Феноменологические теории, в отличие от атомно-молекулярных, изучают закономерности, не связанные с конкретной структурой вещества. Любую часть окружающего нас мира, которую мы хотим исследовать и описать с позиций термодинамики, называют системой. В качестве примера интересующих нас термодинамических систем можно назвать клетку, митохондрию, сердце, организм, биосферу. Следует, однако, отметить, что методы термодинамики приложимы только к макроскопическим системам, состоящим из большого числа частиц.

По способу передачи энергии, вещества и информации между рассматриваемой системы и окружающей средой термодинамические системы классифицируются:

1. Замкнутая (изолированная) система - это система в которой нет обмена с внешними телами ни энергией, ни веществом, ни информацией.
2. Закрытая система – система, в которой есть обмен только с энергией.
3. Адиабатно изолированная система - это система, в которой есть обмен энергией только в форме теплоты.
4. Открытая система - это система, которая обменивается и энергией, и веществом, и информацией.

Живой организм в целом, - это открытая система. Солнечные лучи, поглощаясь зеленым листом, осуществляют процессы фотосинтеза, при которых энергия света

$$E_c = n \cdot h \cdot \nu,$$

(где n — число поглощенных хлорофиллом фотонов; ν — частота электромагнитных колебаний) превращается в химическую энергию E_x , «запасенную» в органических соединениях, например, в глюкозе.

Химическая энергия глюкозы превращается в ходе клеточного окисления частично в тепло, а частично — в другую форму химической энергии, в энергию макроэргических связей АТФ. За счет гидролиза АТФ может происходить перенос веществ из области меньшей в область большей концентрации (осмотическая работа), перенос ионов в область более высокого электрического потенциала (электрическая работа), в организме животного — сокращение мышц (механическая работа). При этом происходит перевод части химической энергии АТФ в осмотическую электрическую и механическую энергию.

При применении термодинамики к биологическим системам необходимо учитывать особенности организации живых систем:

- 1) биологические системы открыты для потоков вещества и энергии;
- 2) процессы в живых системах, в конечном счете, имеют необратимый характер;
- 3) живые системы далеки от равновесия;
- 4) биологические системы гетерофазны, структурированы, и отдельные фазы могут иметь небольшое число молекул.

Все это отличает биологические системы от изолированных и близких к состоянию равновесия систем.

В отличие от классической термодинамики, в термодинамике необратимых процессов рассматривается ход процессов во времени. Фундаментальное понятие классической термодинамики — равновесное состояние. В термодинамике необратимых процессов столь же важным понятием можно считать стационарное состояние системы.

Система в стационарном состоянии является открытой системой и может существовать лишь за счет притока энергии извне и оттока энергии в окружающую среду. В биологических системах наиболее важными потоками являются потоки вещества и электрических зарядов.

Согласно теореме Пригожина, если открытую термодинамическую систему при неизменных во времени условиях предоставить самой себе, то прирост энтропии $\frac{dS}{dt}$ будет уменьшаться до тех пор, пока система не достигнет стационарного состояния динамического равновесия; в этом состоянии прирост энтропии будет минимальным, то есть

$$\frac{dS}{dt} = \min.$$

Таким образом, мы можем сказать, что для открытой системы в стационарном состоянии производство энтропии минимально.

Для живых систем это означает следующее:

В течение времени жизни живой системы ее элементы постоянно подвергаются распаду. Энтропия этих процессов положительна (возникает неупорядоченность).

Для компенсации распада (компенсации неупорядоченности) должна совершаться внутренняя работа в форме процессов синтеза элементов взамен распавшихся. А это означает, что эта внутренняя работа является процессом с отрицательной энтропией (такие процессы называют негэнтропийными, а отрицательную энтропию — негэнтропией).