

УДК 621.565:621.59

М.Б. Кравченко, канд. техн. наук

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

e-mail: kravtchenko@i.uaORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9310-2166>**БИОНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛО- И ХЛАДОПРОВОДОВ**

Бионический подход к созданию технологических устройств основан на том, что ряд идей и основные элементы устройства заимствуются из живой природы. При этом постулируется, что за миллионы лет эволюции в живой природе уже найдены оптимальные решения, которые нуждаются лишь в правильной интерпретации. В качестве прототипа тепло- или хладопроводов в живой природе, с учетом аналогии между тепло- и массообменом, выбрана корневая система растений. По морфологии корневая система растений разделяется на два вида: корневая система мочковатого типа и корневая система стержневого типа. В соответствии с этим рассмотрены два вида теплопроводов: разветвленный и неразветвленный. Предложен алгоритм оптимизации формы и размеров теплопроводов. Получено аналитическое выражение, позволяющее оценить время прогрева неразветвленного теплопровода и максимальную температуру, которая может достигаться в процессе электрического нагрева теплопровода. На примере продольного оребрения труб атмосферных испарителей высокого давления проведена оптимизация разветвленных теплопроводов. Обоснован выбор оптимальной формы продольных ребер для шахматного и коридорного пучка труб. Для шахматного пучка труб оптимальным является оребрение в форме снежинки. Для коридорного пучка труб оптимальным оказалось оребрение с четырьмя диагональными ребрами.

Ключевые слова: Техника низких температур. Бионика. Теплопровод. Хладопровод. Атмосферный испаритель. Оребрение. Кристалл.

1. ВВЕДЕНИЕ

На определенном этапе развития науки и техники инженеры обратили внимание на то, что идеи и решения, к которым они шли долгие годы, уже давно используются в живой природе. Так, например, после изобретения эхолота выяснилось, что дельфины и летучие мыши применяют тот же принцип ориентации. После изобретения предварительно напряженного бетона стало ясно, что этот же принцип повышения прочности конструкций широко распространен в растениях.

За миллионы лет эволюции живые организмы нашли оптимальные решения для многих проблем, которые приходится решать в современной технике. Осознание этого привело к тому, что инженеры в своих разработках начали активно использовать принципы работы живых организмов.

Бионический подход к созданию технологических устройств основан на том, что основная идея и основные элементы устройства заимствуются из живой природы.

В качестве примера удачного применения бионического подхода к созданию принципиально новых устройств можно привести застежку типа «липучка», которая изначально разрабатывалась как промышленный аналог плодов репейника, способных прочно

цепляться за шерсть животных.

С учётом аналогии между тепло- и массообменом, в качестве прототипа тепло- или хладопроводов в живой природе, можно рассматривать корневую систему растений. Основное назначение корневой системы растений — максимально эффективный сбор рассеянных в почве питательных веществ. При этом транспорт необходимых растениям соединений происходит за счет диффузии. Поэтому корневую систему растения можно рассматривать как живой прототип хладопровода, отводящего тепло от теплоаккумулирующего вещества.

По морфологии корневая система растений разделяется на два вида: корневая система мочковатого типа (рис. 1, а) и корневая система стержневого типа (рис 1, б). В корневой системе мочковатого типа отсутствует явно выраженный главный корень, и все корни имеют приблизительно одинаковую толщину. В корневой системе стержневого типа, наоборот, имеется явно выраженный главный корень, от которого отходят более мелкие боковые корни.

Растения с корневой системой мочковатого типа обычно произрастают на влажных грунтах и собирают необходимые им питательные вещества вблизи поверхности. Растения с корневой системой стержневого типа обычно растут в более засушливых условиях и вынуждены собирать влагу и раство-