

Геометрия пчелиных сот

Пчелиные соты - это архитектурный шедевр, создаваемый насекомыми. Геометрия этой конструкции определяет такие ее свойства, как высокая прочность на разрыв и максимальная вместимость при минимальных затратах материала.

Анализ пространственной структуры сот

Соты представляют собой пространственную фигуру, которую можно назвать объемным паркетом. Это значит, что они имеют такую форму и стыкуются друг с другом таким образом, что между ними нет незаполненного объема.

Ячейка пчелиных сот - это правильная шестигранная призма, у которой дно образовано частью трехгранного угла с гранями в виде ромбов.

Каждая ячейка соприкасается с 6 другими всеми своими гранями, без зазоров, донышки с 1 стороны сот примыкают к донцам ячеек, расположенных с обратной стороны.

Внутренние углы шестиугольников неизменны и равны 120° , тогда как углы ромбов основания варьируют в пределах от 93° до 117° , причем в этих величинах прослеживается сезонная зависимость: весной они меньше. Из геометрических соображений следует, что ячейки с меньшими углами ромбов донышка имеют больший объем и, соответственно, более вместительны.

Последнее обстоятельство необходимо принимать во внимание при изготовлении искусственных вошин. В соответствии с ГОСТ, предприятия выпускают вошину, в которой величина угла ромба в гранях донца составляет $120-140^\circ$. При таких параметрах ячейки количество молочка, которое пчелы-кормилицы помещают в нее для питания личинки, может оказаться недостаточным для развития полноценной пчелиной особи.

Параметры ячеек пчелиных сот разных видов

Геометрия пчелиных сот имеет свои особенности для разных видов ячеек. По функциональному назначению и структуре их можно разделить на пчелиные, медовые, маточники, трутневые, переходные и крайние. На каждом соте присутствуют сразу несколько разновидностей, но преобладают пчелиные.

Эти камеры предназначены для выращивания рабочих пчел и имеют следующие параметры:

- весной диаметр внутренней окружности ячейки сотов $d=5,24\text{мм}$, угол в грани донышка $\alpha \sim 95^\circ$;
- летом $d=5,35-5,48\text{мм}$, $\alpha \sim 100^\circ$;
- осенью $d=5,35-5,58\text{мм}$, $\alpha \sim 103^\circ$.

Самый большой приплод рабочих особей получается в ячейках диаметром 5,30-5,37 мм и углом ромба основания 95° и 102-112°.

Высота такой призмы составляет 10-11мм, поэтому толщина сотов до запечатывания личинок равна 22мм, а после - 25мм.

Средний объем пустой камеры имеет величину 0,28 мм³, но это пространство впоследствии частично заполняется остатками кокона, поэтому пчелам приходится дополнительно достраивать ячейку. На ее изготовление уходит в целом 13 мг воска, причем пчелы южных районов в естественных условиях делают более компактные конструкции, чем их северные собратья.

Личинки трутней, будучи существенно крупнее, требуют большего пространства.

Ячейки, в которых они вызревают, имеют диаметр 6,9-7,0 мм и глубину 14-16 мм. На их формирование пчелы расходуют 30 мг воска.

Как и пчелиные, трутневые камеры имеют форму шестигранных призм, расположенных перпендикулярно плоскости сота. И в тех, и в других, не только выращиваются взрослые особи, но также хранятся запасы меда, хотя в трутневых не обнаруживают пергу. Этот вид ячеек запечатывается выпуклыми крышечками.

Медовые ячейки по форме похожи на описанные выше разновидности с тем отличием, что их верхние края загнуты вверх - мед и жидкий нектар благодаря этому не вытекают. Кроме того, эти хранилища в 2 раза глубже, чем инкубаторы для личинок: их глубина превышает 20 мм.

Самые крупные камеры предназначены для маток и строятся только по мере необходимости. Эти ячейки напоминают по форме желуди, свисающие вниз и прикрепленные к похожему на блюдечки основаниям. Внутри маточники гладкие, а их наружная поверхность - бугристая. Длина таких "желудей" - до 25 мм, пчелы не используют их в качестве контейнеров для меда или перги.

Ячейки переходного типа строятся для заполнения пространства между пчелиными и трутневыми зонами, а крайнего - для закрепления сотов на рамке, поэтому они имеют неправильную форму и разные размеры.

Принцип построения сот используется в технике для создания компактных конструкций, обладающих высокой прочностью.