

Осушение с использованием микроволн

Механизм процесса нагревания и
осушения, а также примеры
применения микроволн



Микроволны-особенности, параметры

- Микроволны- это электромагнитные волны с диапазоном частот от 300 МГц до 300 ГГц
- Распространяются в диэлектрических средах
- Отражаются от поверхности металлов
- Распространяются в так называемых ущербных диэлектриках

Процесс нагревания с помощью электромагнитной энергии



- В быстро изменяемом электрическом поле полярные частицы вращаются.
- В момент вращения наступает явление воздействия между соседними частицами – эффект „трения”.
- Вследствие вращения полярных частиц в электрическом поле и „трения” частицы получают энергию от электромагнитного поля и нагреваются

Процесс нагревания микроволновой энергией

- Параметром, хорошо описывающем поведение разнообразных материалов в электромагнитном поле является так называемая электрическая проницаемость
- $\epsilon = \epsilon' - j \epsilon''$, где:
- ϵ' – диэлектрическая постоянная,
- ϵ'' – характеризует проницаемость микроволн

Процесс нагревания микроволновой энергией

- Отношение части мнимой к реальной выражается так называемым тангенсом дельта или тангенсом потерь.



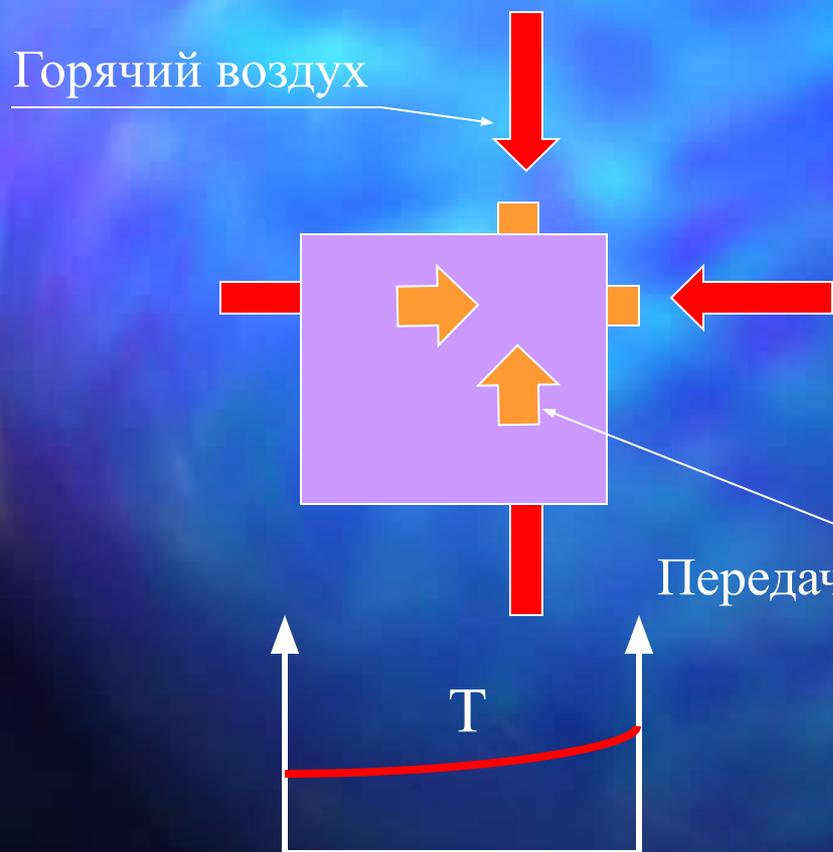
Процесс нагревания микроволновой энергией

- $P_{\text{abs}} = 2 \pi f \varepsilon_0 \varepsilon_r'' E^2 = 2 \pi f \varepsilon_0 \varepsilon_r' \operatorname{tg} \delta E^2$
- [W/m³]
- где: f – частота поля [Hz],
- E – насыщенность электрического поля [V/m]
- ε_0 – диэлектрическая проницаемость ,
- $\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ As/Vm
- ε_r - характеризует диэлектрическую проницаемость материала диэлектрика

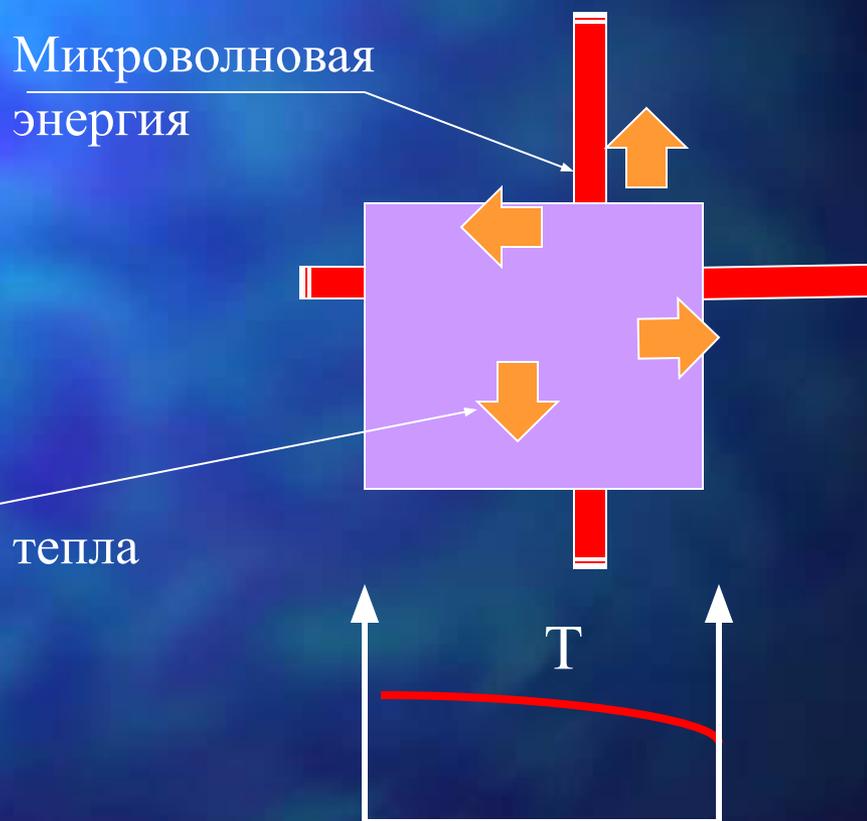
Специфика процесса нагревания микроволновой энергией

Сушка конвенционная

Сушка микроволновая



Распределение температуры



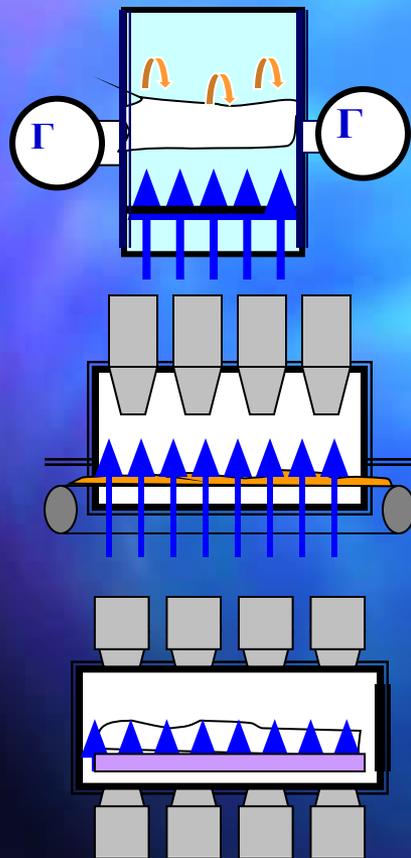
Распределение температуры

Нагревание диэлектрических материалов

- Схема процесса трансмиссии микроволн от генератора к нагреваемому материалу



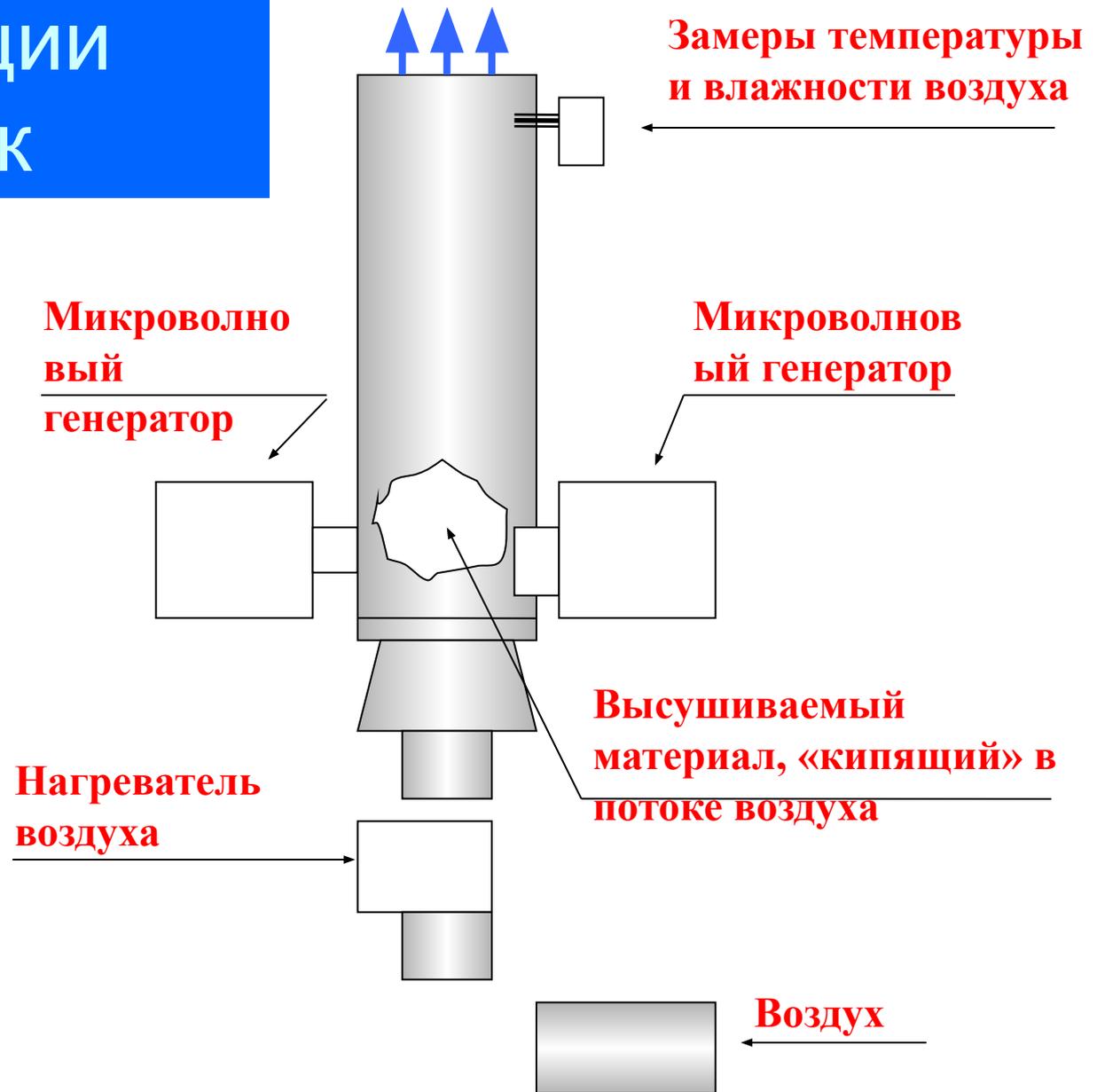
Конструкции микроволновых сушилок



- Сушилки флюидальные и пульсо - флюидальные,
- Сушилки ленточные,
- Сушилки камерные: постоянного и переменного действия

Конструкции сушилок

- Сушилка микроволно-воздушная

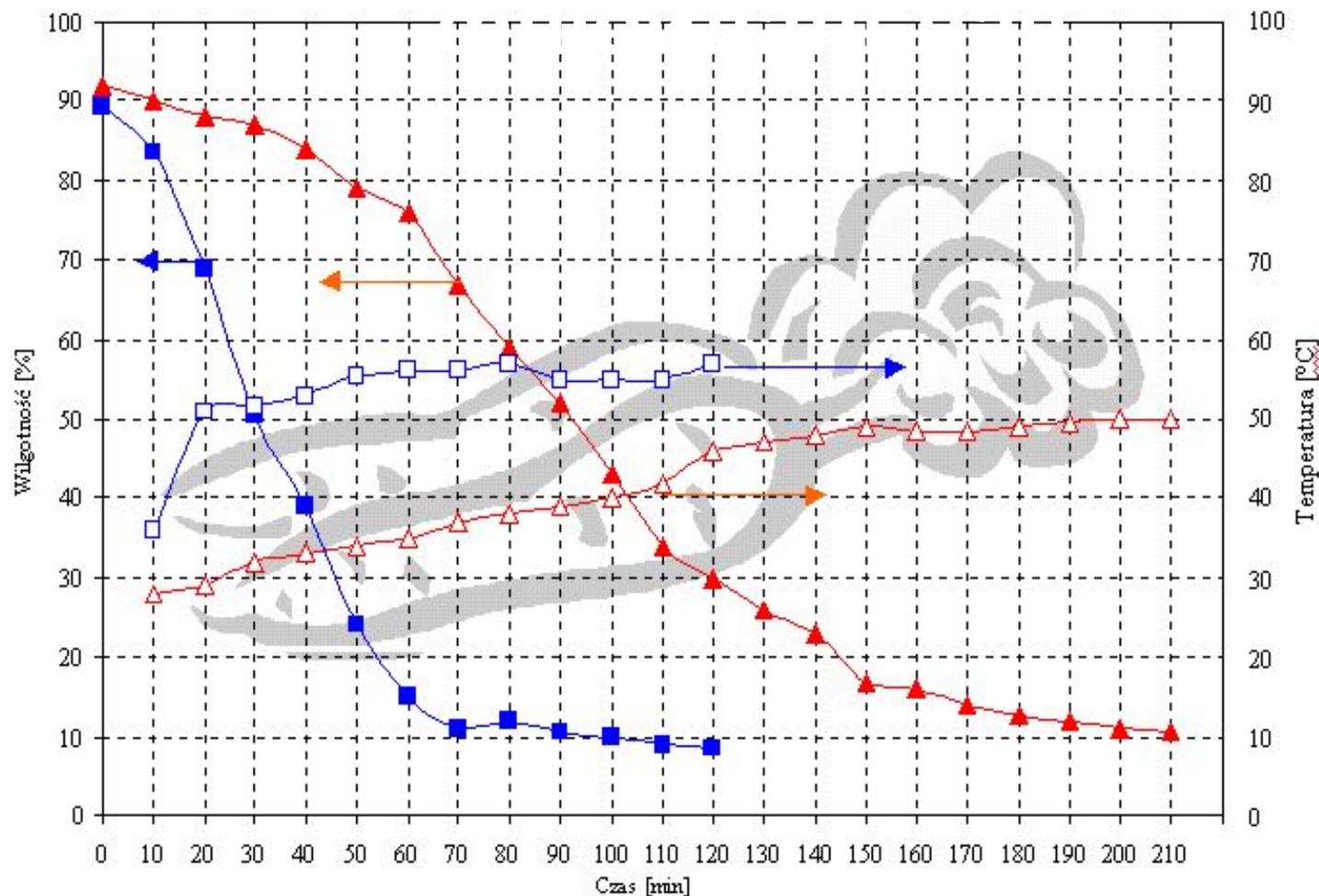


Микроволновая флюидальная сушка

- Высушиваемый материал уносится потоком теплого воздуха и нагревается микроволнами с помощью 4 генераторов, мощностью 800 Вт (каждый)



Сушилка микроволновая



Кривые сушки для морковки

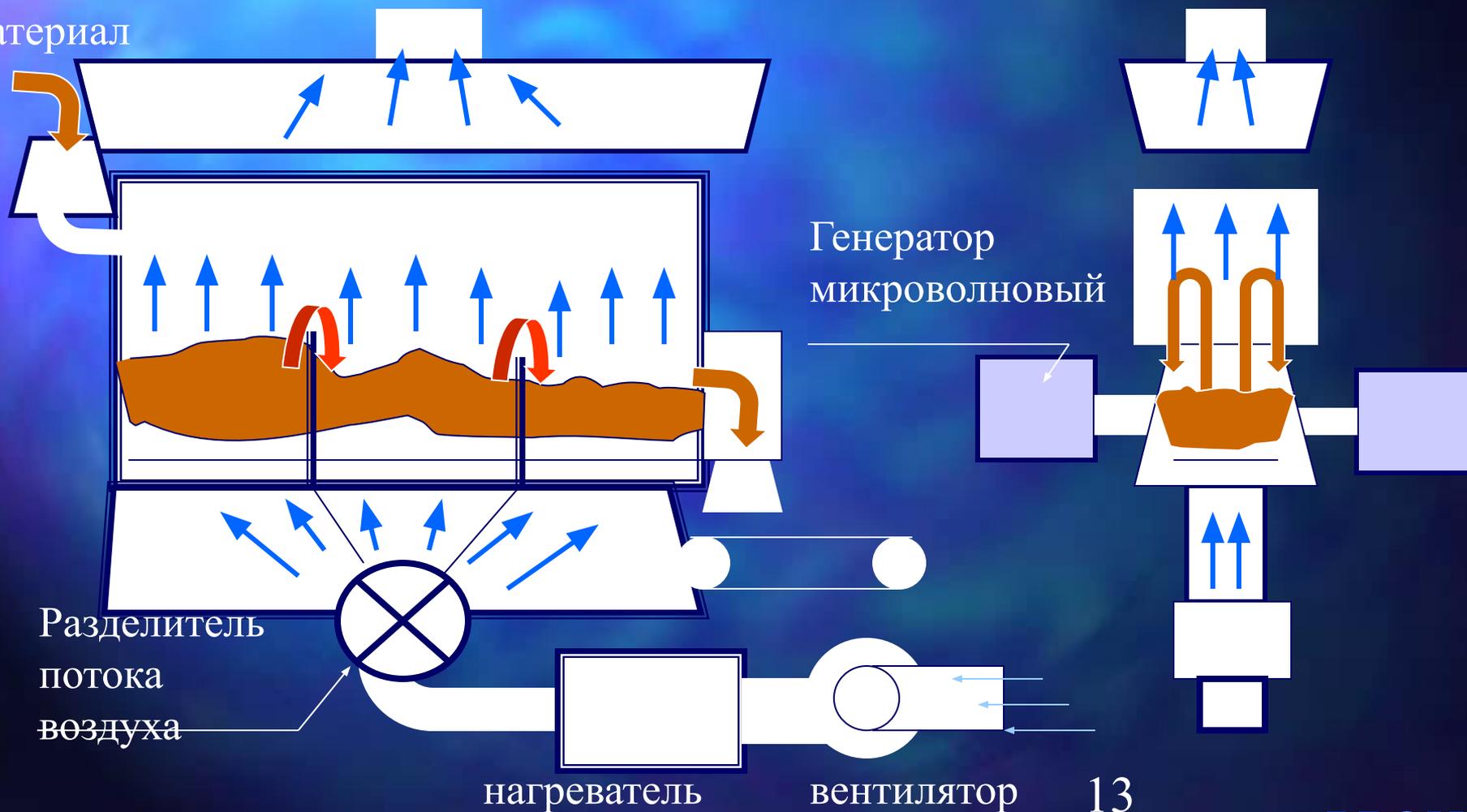
- ▲— Сушка конвенциональная (горячим воздухом),
- ▲— сушка микроволновая



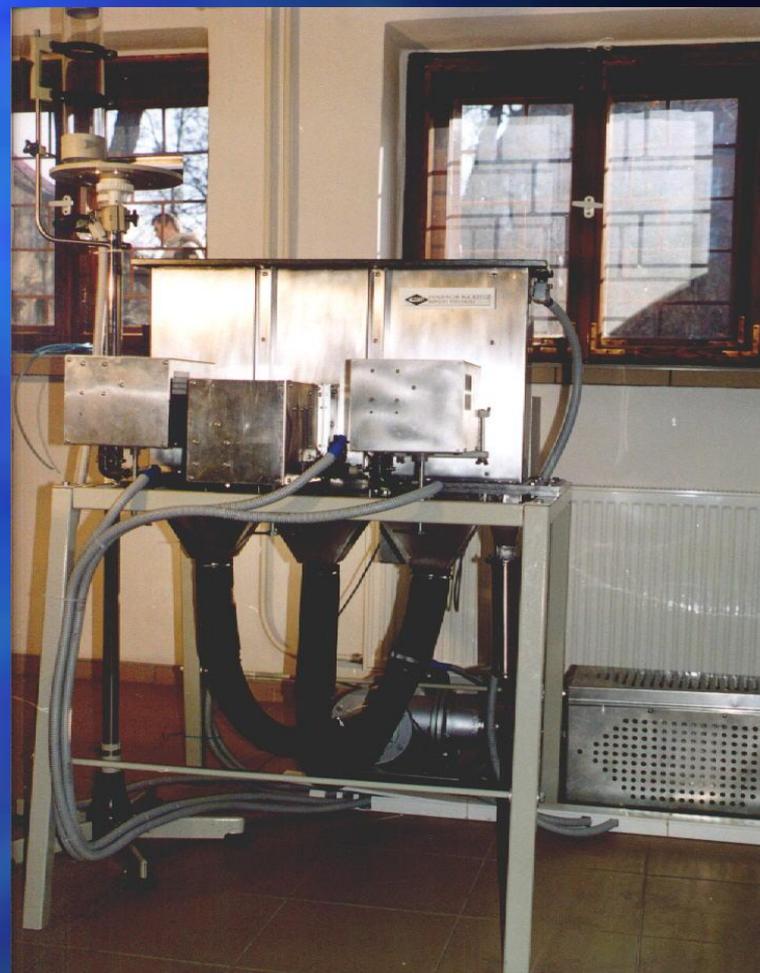
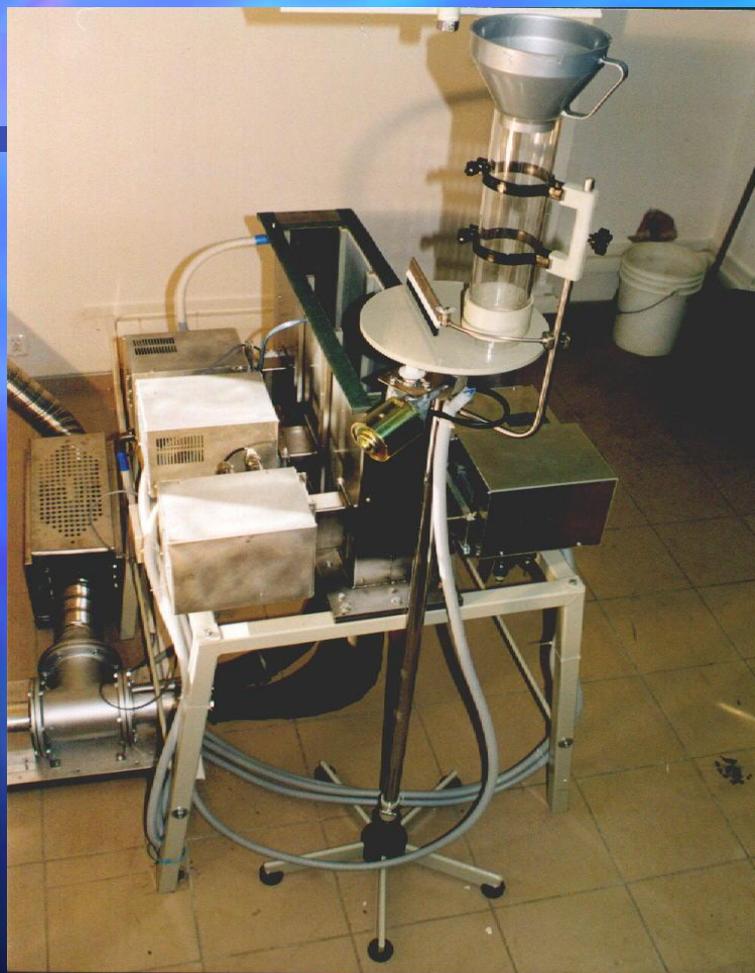
Конструкции сушилок

Сушилка микроволновая пульсо- флюидальная

материал



Сушилка микроволновая пульсо-флюидальная



- Лабораторная модель – изготовлена в рамках программы TECHNO 2000₁₄

Сушилка промышленная пульсо- флюидальная



- Сушилка для сушки корнеплодов (кубики ,
пластинки) производительностью около
200 кг/час (сырья)

15

PROMIS

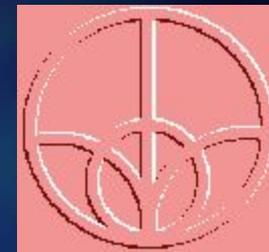
Грависушилка лабораторная



- Оборудование предназначено для исследований процессов сушки материалов из керамики, бетонов и т. п.
- В оборудование встроен микроволновый нагреватель и конвенционный нагреватель воздуха

Микроволновая сушилка для керамики

PROMIS



Оборудована 6 микроволновыми генераторами с регулируемой мощностью и двумя нагревателями воздуха

Грависушилка лабораторная



Уникальное оборудование для исследования процессов сушки биологических материалов методом микроволновым и конвенциональным

- Оснащена микроволновым генератором, мощностью ($P_{wy} = 1\text{КВт}$) а также нагревателем воздуха.
- Постоянный замер массы высушиваемой субстанции

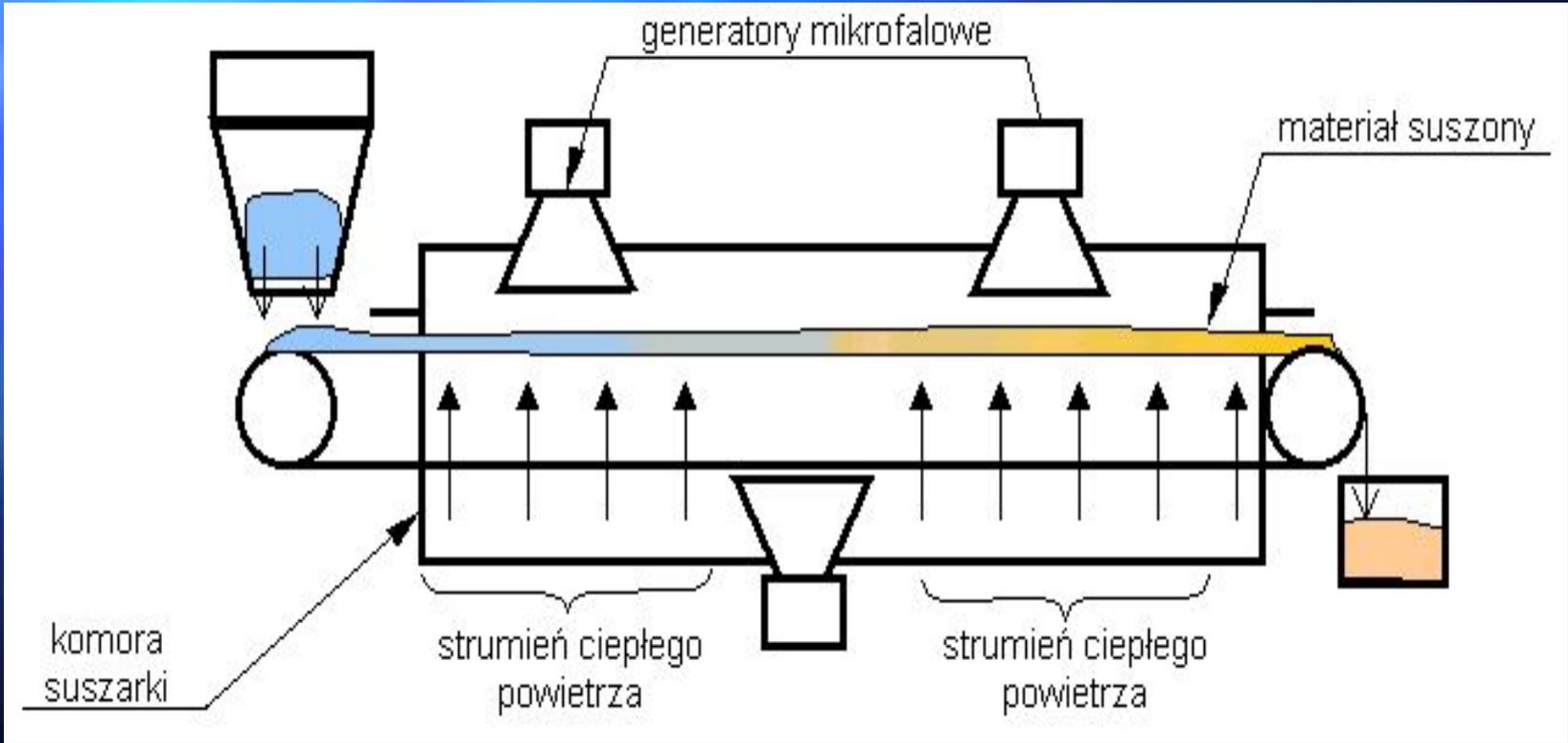
Микроволновый гравиметр

- Предназначен для быстрых замеров влажности в пробах
- Достоинства:
 - очень короткое время исследования (около 3 мин.),
 - возможность ограничения температуры сушки,
 - автоматические замеры, возможность передачи результатов на компьютер



Конструкции сушилок

Микроволновая леточная сушилка



Промышленная сварка волокон



Оборудование для производства волокна в
мебельном производстве и для утепления