Акустические волны в многослойных структурах

Чередник В.И., Двоешерстов М.Ю., Чириманов А.П., Петров С.Г., *K.Bhattacharjee
Нижегородский государственный университет, Нижний Новгород, *Clarisay, Dallas, Texas, USA

Рассмотрено влияние различных материалов на поверхности пьезоэлектрической подложки на характеристики распространения поверхностных и псевдоповерхностных акустических волн. Сформулированы общие уравнения, в том числе волновые уравнения и уравнения граничных условий, для многослойных систем. Рассмотрены различные материалы, в частности, кристаллические, металлические и непьезоэлектрические диэлектрические слои. Рассмотрения таких произвольных комбинаций не имеется в опубликованных работах.

Получены новые результаты для некоторых конкретных комбинаций подложки и слоев (кварц, ниобат лития, металлы, диэлектрики). Все основные результаты представлены в виде двумерных контурных карт, изображающих зависимости характеристик распространения от двух параметров (например, толщина слоя и угол Эйлера).

Показано, что некоторые комбинации подложки и слоя (слоев) позволяют улучшить некоторые характеристики распространения. В частности, некоторые срезы и ориентации, которые не являются термостабильными, можно сделать таковыми с помощью напыления металлического слоя (например, Al, Ni, Au и другие на YX-кварце). Пьезоэлектрический слой с большим коэффициентом электромеханической связи на пьезоэлектрической подложке с высокой температурной стабильностью позволяет получить устройство с большим коэффициентом электромеханической связи и отличными температурными свойствами. Например, слой ниобата лития на кварцевой подложке позволяет получить коэффициент электромеханической связи почти 4 % при нулевой величине температурного коэффициента задержки (или частоты).

Комбинация металлического и диэлектрического слоев позволяет обеспечить защиту поверхности кристалла от внешних механических, химических и электрических воздействий без существенного ухудшения свойств распространения волны.

Металлический слой позволяет также существенно уменьшить потери распространения псевдоповерхностных волн первого и второго порядка.

Все эти возможности демонстрируются в данной работе.

Сельскохозяйственные науки

Математическая модель сушильной камеры зерновых сушилок

Андрианов Н. М.
Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, В. Новгород

Оптимизация режимов функционирования сельскохозяйственных зерносушилок требует детального изучения их рабочих процессов. Это возможно путем моделирования процесса сушки. Математическая модель сушильной камеры должна учитывать основные особенности конструкции, состояние слоя зернового материала и, связанные с этим, характерные особенности условий тепло- и массопереноса.

На основе балансовых соотношений получена математическая модель, описывающая нестационарные режимы сушки в сушильной камере зерносушилок с подвижным зерновым слоем (шахтных, барабанных, бункерных и т. п.)

$$\frac{\partial W}{\partial t}+V_3\cdot\frac{\partial W}{\partial x}-k_d\cdot V_3\cdot\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}=-k_b\cdot W\cdot J_3,$$

$$\frac{\partial J_3}{\partial t}+V_3\cdot\frac{\partial J_3}{\partial x}-k_d\cdot V_3\cdot\frac{\partial^2 J_3}{\partial x^2}=-\frac{r}{100\cdot c_3}\cdot k_b\cdot W\cdot J_3+$$

$$+\frac{m}{R\cdot c_3\cdot r_3}\cdot k_a^C\cdot\left(1+k_a^V\cdot k_b\cdot W\cdot J_3\right)\cdot(J_T-J_3),$$

$$\frac{\partial J_T}{\partial t}+V_T\cdot\frac{\partial J_T}{\partial x}=-\frac{m\cdot(1-e)}{R\cdot r_T\cdot c_T\cdot e}\cdot k_a^C\cdot\left(1+k_a^V\cdot k_b\cdot W\cdot J_3\right)\times.$$

$$\times(J_T-J_3)$$

Начальные условия:

$W(0,x)=W_0(x)$, $\upsilon_3(0,x)=\upsilon_{30}(x)$, $\upsilon_T(0,x)=\upsilon_{T0}(x)$.

Граничные условия:

$W(t,0)=W_0(t)$, $\upsilon_3(t,0)=\upsilon_{30}(t)$, $\upsilon_T(t,0)=\upsilon_{T0}(t)$,

$W(t,\infty)=W_P$, $\upsilon_3(t,\infty)=\upsilon_T(\infty,L)$

при $W(0,0)=W_0(t)$, $\upsilon_3(0,0)=\upsilon_{30}(t)$.

Здесь: W, υ_3 и υ_T – текущие значения влагосодержания зерна, температуры зерна и температуры теплоносителя; t, x – координаты времени и пространства; V_3 и V_T – скорости перемещения зерна и теплоносителя по сушильной камере; r – скрытая теплота парообразования; c_3 и c_T – удельные теплоемкости абсолютно сухого зерна и теплоносителя; ρ_3 и ρ_T – плотности зерна и теплоносителя; R – эквивалентный радиус зерна; m – коэффициент формы зерновки; ε – скважность зернового материала; k_β, k_δ, k_a^C, k_a^V - модельные коэффициенты.

Построение модели базируется на уравнениях динамики процесса сушки в элементарном слое зерна с последующим переходом к плотному подвижному слою конечной толщины и на их основе к сушильной камере конкретного типа зерносушилки. Уравнения получены при следующих допущениях:

- теплофизические характеристики зерна и теплоносителя постоянны;
- скорости движения зерна $V_з$ и теплоносителя V_T постоянны;
- давление внутри сушильной камеры равно барометрическому;
- пространственные поля температуры и влагосодержания зерна одномерные, измеряемые по

координате x, отсчитываемой в направлении движения зернового материала;

- между зерновым материалом и теплоносителем происходит только конвективный теплообмен.

Предложенная модель учитывает нелинейности процесса, перемешивание фаз зернового слоя, построена с использованием основных переменных состояния (W, $\upsilon_З$, $\upsilon_Т$), содержит характеристики зерна (m, R, $c_З$, $\rho_З$, ε), теплоносителя ($c_Т$, $\rho_Т$), управляющие воздействия ($V_З$, $V_Т$, $\upsilon_Т$). После идентификации модельных коэффициентов для конкретного типа зерна и сушильной камеры она может быть использована для решения множества прикладных задач - определение статических и динамических характеристик сушильной камеры, выбор (оптимизация) режимных параметров сушки, решение задач контроля и управления процессом и др..

Результаты изучения влияния агрометеорологических условий Краснодарского края на заболеваемость озимой пшеницы фузариоза-ми в первой половине 90-х гг.

Грушко Г.В., Линченко С.Н., Алешин Н.Е.
Кубанский государственный университет, Краснодар

Учитывая растущую распространенность и вредоносность грибов рода Fusarium, их потенциальную опасность для здоровья населения, представляло интерес исследовать масштабы поражения озимой пшеницы в Краснодарском крае. В работе представлены результаты маршрутных обследований посевов озимой пшеницы на заболеваемость снежной плесенью и фузариозом колоса (ФК) в период с 1990 по 1995 гг. Определялись площадь заражения, средневзвешенный процент распространения и развития болезни, площадь (га) и степень (%) максимального поражения посевов согласно методикам фитосанитарной экспертизы (И.Я.Поляков и соавт., 1984) с учетом влияния агроклиматических условий.

В 1990 г. ФК озимой пшеницы отмечался в основном на единичных растениях. Показатель пораженных растений на территории Краснодарского края составил 1,4%, на отдельных полях Каневского, Крыловского, Приморско-Ахтарского районов - 7-12%. Это обстоятельство объясняется цветением пшеницы во II-III декадах мая 1990 г. на фоне сухой погоды. Заражение растений было незначительным, развитие F. graminearum - слабым. Вместе с тем, широкое распространение в фазу колошения пшеницы получил возбудитель снежной плесени F. nivale: посевы поражались неравномерно, но встречались поля с наличием до 50-90% больных растений. В 1991 г. ФК долго сдерживался жаркой погодой и стало развиваться в конце мая после дождей, в фазе молочной и молочно-восковой спелости пшеницы. Позднее заражение привело к незначительному поражению колосьев. Доля пораженных растений в среднем составила 1,4%, аналогично 1990 г. В отдельных районах (Кущевском, Тимашевском, Абинском) обнаружены поля с поражением до 15-22%.

В 1992 г. чередование морозов, оттепелей и частых осадков в январе и феврале 1992 г. благоприятствовало развитию фузариозов. Повсеместно появилась снежная плесень. Пораженные поля выявлены во всех агроклиматических зонах, что прежде не наблюдалось. Обильные дожди продолжались со второй половины мая до конца июля. Количество осадков в 2-4 раза превысило норму. В мае распространению ФК препятствовала низкая (на 1-3˚ ниже нормы) температура воздуха, его бурное развитие повсеместно последовало во второй половине июня, в фазе молочной и молочно-восковой спелости зерна. Средневзвешенный процент зараженных растений (6,5%) оказался ниже прошлых лет. Встречались поля с поражением до 40-80%. Учитывая продолжительные дожди и затяжную уборку, зерно на тока и элеваторы поступало влажное. Если перед уборкой в среднем выявлялось около 2% пораженных фузариозом зерен, то после нее на токах - до 1-6%. Отдельные партии содержали около 12-15% пораженных зерен. Практически во всех партиях был обнаружен вомитоксин: 50% зерна содержало до 0,5 мг/кг, 14,9% - до 1 мг/кг и 28,9 % - свыше 1 мг/кг.

Распространение снежной плесени в 1993 г. протекало менее интенсивно, чем в предыдущем. Развитие ФК на озимой пшенице приближалось к уровню 1992 г. Из обследованных 955,9 тыс. га. поражению подверглись 736,4 тыс. га Больные растения составили в среднем 7,1%. На территории Брюховецкого, Калининского, Каневского, Кореновского, Красноармейского, Ленинградского, Новокубанского, Тбилисского, Усть-Лабинского районов средневзвешенный процент распространения болезни варьировал от 10 до 18%. Отдельные поля содержали до 24-75% пораженных колосьев. В III декаде июня сухая жаркая погода приостановила развитие ФК. Количество фузариозных зерен в среднем составило 0,64%. Осенью сухая теплая погода сентября и октября в ноябре сменилась аномально холодной: средняя температура воздуха ниже обычной на 8,5-11˚С. В первой декаде ноября вегетация озимых колосовых прекратилась. К концу третьей декады промерзание почвы достигало 15-45 см и лишь в районах Центральной и Юго-западной зон составило менее 4-9 см. Погодные условия оказались неблагоприятными для фузариозов.

Зима 1994 г. в крае была аномально холодной, а в Центральной и Предгорной зонах – снежной. Переход среднесуточной температуры воздуха через барьер +5˚С состоялся в в сроки, близкие к среднемноголетним. Переход среднесуточной температуры воздуха через границу +15˚С произошел на 23-25 дней раньше срока. Наступившее в конце апреля похолодание с дождями продлилось до середины мая. В мае началось повышение температуры, однако среднемесячная температура составила 13-16,5˚С. Июнь 1994 г. был умеренно жарким, с ливневыми дождями. Несмотря на то, что болезни озимых культур проявились повсеместно, степень поражения была значительно ниже уровня 1993 г. Июль сопровождался жаркой погодой, суховеями. Количество осадков в результате ливневых дождей в Центральной зоне составило 22-48% от средних за 35 лет показателей, на остальной территории края - 3-10 мм (4-10%). В августе и сентябре установилась сухая и жаркая погода. Среднемесячная температура сентября была выше многолетней на 3,5-