

# Теоретические аспекты математического моделирования массопереноса пылевых фракций в процессе переработки зернового сырья

*В.Д. Павлидис, д.пед.н., профессор, Оренбургский ГАУ*

Основными целями инженерно-технических исследований в сельском хозяйстве являются повышение производительности труда и уменьшение затрат на производство единицы продукции, снижение производственных рисков.

Наиболее перспективным в плане применения современных математических средств является изучение сложных технологических процессов (ТП) взаимодействия рабочих органов машин с обрабатываемым материалом, в особенности возможностей их усовершенствования в соответствии с естественными условиями зон, районов и участков [1, 2].

В большинстве случаев ТП представляет собой сложные многофакторные процессы со случайным характером воздействия возмущений.

В общем случае любой производственный процесс характеризуется отсутствием полной закономерности в функционировании с наличием множества случайных составляющих. Именно поэтому при моделировании сложных производств возникает необходимость рассматривать стохастические модели разных классов [3].

Мы считаем, что исследования, опирающиеся на вероятностно-статистические методы, позволяют наиболее адекватно описать реально протекающий технологический процесс и установить его основные параметры. Моделируя ТП, можно добиться улучшения его энергетических, технологических и технических показателей, так как в этом случае учитываются все факторы, в той или иной степени влияющие на процесс переработки зерна.

В этих условиях привлекательными для исследования являются скрытые возможности самого технологического процесса. Правильная организация процесса с точки зрения управления потоками с минимальными конструктивными изменениями рабочих органов машин открывает широкие перспективы улучшения энергетических и технологических показателей производственных процессов [3], снижения производственных рисков.

Процессы, связанные с пылевыми выбросами, наблюдаются на всех предприятиях зернохранения и переработки и, как следствие, требуют своего изучения. В настоящее время в теории и практике оценки пылевой обстановки в рабочей зоне предприятий и условий функционирования инженерно-экологических систем принят детерминированный подход к измерению и описанию дисперсного состава пыли, который представляется в виде дифференциальных или интегральных кривых как содержание среднего числа частиц данного размера или их массы. Отдельные исследования по этому вопросу в рамках изучения процессов аспирации базируются на применении вероятностно-статистического аппарата моделирования и отдельных положений теории случайных функций [4–6].

Особенность технологических процессов многих производств заключается в наличии различных ингредиентов, подаваемых в оборудование. Поэтому необходимо рассматривать процесс пылевыведения для различных размеров частиц и их плотности, т.е. пофракционно. Ввиду наличия общеобменной вентиляции, тепловых потоков распределение скоростей воздушного потока

вблизи технологического оборудования имеет сложную пространственную структуру. При этом для описания процесса массопереноса могут быть использованы различные уравнения, например Фоккера – Планка – Колмогорова, Понтрягина и т.д. Значительное влияние на пылевые потоки оказывает турбулентность, что вносит свои изменения в физико-математическую модель массопереноса пылевых фракций. Вероятностная модель, предложенная Е.И. Богуславским, описывает перенос пылевых потоков от технологического оборудования, обдуваемого горизонтальным потоком воздуха, при наличии вертикального восходящего теплового потока [4, 6].

Основным фактором, влияющим на особенности распределения интенсивности оседания пыли, выделяющейся от объёмного источника, выступает скорость воздушного потока [6]. В случае линейного источника характер распространения пыли в основном определяется направлением воздушного потока по отношению к оси источника пылевыведения. При увеличении скорости воздуха расширяется область распространения пыли, выбивающейся от объёмного источника пыления. Разработка методики экспериментального определения мощности пылевыведения от технологического оборудования через интенсивность пылеоседания, отличием которой является зонирование, представляет собой один из путей устранения риска накопления взрывопожароопасной концентрации пыли.

Процессы, связанные с выделением, распространением, оседанием пыли, имеют явно стохастическую природу. Поэтому представляется перспективным моделировать состояния воздушной среды на предприятиях зернохранения и переработки с использованием методов теории случайных процессов. Это позволит более точно охарактеризовать пылевую обстановку на предприятии и решать целый ряд конкретных задач с учётом различных факторов, в частности получить исходные данные для расчёта риска возникновения аварий и оценки взрывопожаробезопасности зерноперерабатывающих производств.

В этой связи перспективным, на наш взгляд, направлением исследований процесса массопереноса пылевых фракций является построение, изучение, анализ математических моделей поведения пылевого потока над рабочей площадкой.

Математическое моделирование реально протекающего процесса массопереноса пылевых фракций позволит установить базовые закономерности в изменениях характеристик пылевого потока, выявить возможности управления этим процессом и сформировать комплекс мер, направленный на предотвращение взрывов пылевоздушных смесей.

Помимо теоретических и экспериментальных исследований закономерностей, связанных с процессами выделения, распространения, оседания, требуется объективно оценить пылевую обстановку на предприятии. Это возможно только при наличии модели, описывающей интенсивность образования и выделения пыли, распределение концентраций пыли и позволяющей оценить риск превышения нормативных концентраций пыли в рабочих зонах.

Разработка эффективных инженерных решений на основе стохастической модели массопереноса пылевых фракций будет способствовать созданию эффективной аспирационной системы без возврата мелких и сухих частиц в зерновой поток, что позволит сделать важный шаг в предотвращении взрывов пыли.

Несмотря на существующие теоретические исследования и практические разработки в этом направлении, в настоящее время отсутствует единый подход к описанию пылевой обстановки на предприятиях зернохранения и переработки. Для его формирования и необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ основных факторов, обуславливающих пылевую обстановку на предприятиях зернохранения и переработки, для оценки которых необходимо рассматривать дисперсный состав и фракционную концентрацию пыли как случайные величины;
- разработать математические модели, описывающие общую и фракционную концентрации, характеристики фракционного состава пыли в воздухе рабочих зон, а также описывающих параметры, характеризующие пылевую обстановку зерноперерабатывающих производств;
- усовершенствовать методики анализа дисперсного состава пыли на предприятиях зернохранения и переработки.

### Литература

1. Павлидис В.Д. Математическое моделирование процессов измельчения кормосырья (статья) // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 1.
2. Бурлуцкий Е.М., Павлидис В.Д., Чкалова М.В. Математическое моделирование технологии и технологических средств измельчения кормового сырья. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2010.
3. Бурлуцкий Е.М., Павлидис В.Д., Чкалова М.В. Математическое моделирование процесса измельчения кормового сырья // LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
4. Богуславский Е.И. Теория и расчёт эффективности технических средств обеспыливания и разработка на их основе конструкций с вихревым режимом работы: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1991.
5. Азаров В.Н. О факторах, определяющих пылевую обстановку в рабочих и обслуживаемых зонах // Качество внутреннего воздуха и окружающей среды: матер. междунар. науч. конф. Волгоград, 2002. С. 87–90.
6. Азаров В.Н. Комплексная оценка пылевой обстановки и разработка мер по снижению запылённости воздушной среды промышленных предприятий: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. Ростов-на-Дону, 2003.