Смокотин Евгений Валерьевич. Исследование аэродинамического взаимодействия продукта с воздухом и совершенствование конструкции распылительных сушилок: диссертация ... кандидата технических наук: 05.18.12 / Смокотин Евгений Валерьевич;[Место защиты: Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им.В.М.Горбатова РАСХН].- Москва, 2014.- 141 с.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

Государственное научное учреяедение

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

04201456568 На правах рукописи

СМОКОТИН ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРО-

ДУКТА С ВОЗДУХОМ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СУШИЛОК

Специальность 05.18.12 - Процессы и аппараты пищевых производств

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, академик РАН, профессор Харитонов В.Д.

МОСКВА 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4

Глава 1. Состояние вопроса и постановка основных задач исследова¬ний 8

1.1. Методы сушки и сушильные установки 8

1.2. Методы расчета рабочих камер сушильных установок 19

1.3. Существующие представления о гидромеханических процессах в су¬шильных камерах распылительных сушилок 26

1.4. Методы и приборы для исследования скоростных характеристик воз¬душных потоков 40

1.5. Обобщенный анализ литературных данных 44

Глава 2. Объекты и методика проведения исследований 49

2.1. Объекты исследований 50

2.2. Приборы и методы исследований 50

2.3. Обработка результатов исследований 59

Г лава 3. Исследование затопленной воздушной струи 61

Глава 4. Анализ аэродинамических характеристик сушильных камер и раз¬работка метода их расчета 68

Глава 5. Определение временных и пространственных характеристик дви¬жения частиц в потоке теплоносителя и оценка их влияния на характеристи¬ки воздушных потоков 84

Глава 6. Исследование воздушных потоков в сушильных камерах промыш¬ленных сушильных установок с верхним подводом теплоносителя. Практи¬ческое применение результатов исследований при реконструкции действу¬ющих и создании новых сушильных установок 100

Глава 7. Технико-экономические расчеты 116

Основные результаты работы и выводы 119

Список Литературы 121

з

Приложения 133

Приложение А (Справочное) 134

Приложение Б (Справочное) 138

Приложение В Акт проведения работ по реконструкции сушильной уста¬новки типа VRC-3 140

Приложение Г Исходные требования на камеру сушильную (титульный лист) 141

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. Изучено поведение свободно истекающей воздушной струи из отверстий круглого и прямоугольного сечения. Показано, что коэффициент ее расширения составляет около 0,2 значения координаты от начального сечения и практически не зависит (в пределах чисел Re от 10000 до 150000) от конфигурации отверстия и начальной скорости струи. Протяженность существования струи до ее распада со­ставляет величину от 10 до 70 характерных размеров выходного отверстия. Полу­чена зависимость этого параметра от числа Re.
2. Проведен анализ распределения воздушных потоков в вертикальных пря­моточных сушильных камерах распылительных установок. Определены скорост­ные параметры потоков и пространственное их расположение. Сформулированы условия организации эффективного распределения воздушных потоков в объеме сушильной камеры. Показано, что в сушильных камерах распылительных устано­вок исходящая из воздухораспределителя струя горячего воздуха сохраняет свою форму на всем своем протяжении вплоть до ее столкновения с внутренней по­верхностью камеры. Проекция границ струи на вертикальную плоскость имеет вид гиперболоида.
3. Получены зависимости протяженности и времени «пролета» частиц рас­пыленного продукта от его дисперсного состава. Показано, что при толщине ис­ходящей из воздухораспределителя струи воздуха равной 0,13 м максимальный размер распыленных частиц не должен превышать 140 мкм. При этом время «пролета» составляет 0,004 с. Предложена гипотетическая модель движения по­тока теплоносителя и частиц распыленного продукта в распылительных верти­кальных сушильных камерах.
4. Получено выражение для расчета изменения плотности струи сушильного агента в зоне распыливания продукта. Показано, что для всех распылительных сушильных установок башенного типа с верхним подводом сушильного агента и продукта изменение плотности струи теплоносителя не превышает 4%, т.е. прак­тически не влияет на геометрические характеристики струи.
5. Получена система уравнений и разработан метод расчета геометрических параметров распылительных сушильных камер.
6. Проведена апробация результатов работы в промышленных условиях на сушильной установке типа VRC-3. Обследование работы сушилки и выполненная переустановка лопаточного аппарата воздухораспределителя в соответствие с произведенными расчетами позволили увеличить производительность сушилки на 10% и повысить качество вырабатываемого продукта. Расчетный экономический эффект составил около 28 млн. руб. Распределение скоростей потока теплоноси­теля в сушильной камере установки, при этом, в основном соответствует распре­делению, рассчитанному с помощью разработанного метода.

На основании проведенных исследований произведен расчет и разработа­ны исходные требования на распылительную сушильную камеру с влагонапря­женностью около 19 кг с/м . По сравнению с промышленной камерой сушильной установки VRC-3 предлагаемая к разработке новая камера имеет в 1,5 раза мень­шие высоту и диаметр, а также почти в 3,5 раза меньший вес. Экономический эф­фект только от снижения расходов материала внутренней и внешней обшивки ка­меры составляет более 2 млн. руб.