

характеристики лимонной кислоты. Интенсивность влагопереноса в процессе сушки зависит от механизма переноса влаги, структуры пористого пространства материала и внешних температурно-влажностных и гидродинамических условий, в которых протекает процесс сушки.

Экзикаторным методом получены изотермы сорбции-десорбции лимонной кислоты ( $W = f(\varphi)$ ) при  $t = 20^\circ\text{C}$ . Так как изотермы сорбции и десорбции не совпадают, наблюдается явление сорбционного гистерезиса. В результате анализа характера полученных кривых установили, что основную долю связанной влаги составляет адсорбционная и капиллярная. В интервале относительной влажности воздуха  $\varphi$  от 2,5 до 25% происходит мономолекулярная адсорбция, так как изотермы в этом периоде выпуклостью обращены к оси равновесного влагосодержания. При увеличении  $\varphi$  до 80% имеет место полимолекулярная адсорбция в связи с тем, что изотермы обращены выпуклостью к оси относительной влажности воздуха.

Именно пористая структура материала определяет сопротивление миграции влаги к поверхности частиц, что в значительной степени обуславливает продолжительность сушки. Пористая структура материала характеризуется суммарным объемом пор, их размерами, величиной удельной поверхности и кривой распределения пор по радиусам.

Для определения сорбционно-структурных характеристик лимонной кислоты на основании уравнения Томсона-Кельвина рассчитаны эффективные радиусы пор  $r$ , соответствующие каждому значению  $\varphi$ . Кроме того, для тех же значений относительной влажности  $\varphi$  определены объемы пор  $V$ , заполненных влагой.

По результатам расчета построены интегральная  $V = f(r)$  и дифференциальная  $dV/dr = f(r)$  кривые распределения объемов пор по радиусам. По дифференциальной кривой распределения объемов пор по радиусам определено, что в структуре лимонной кислоты преобладают поры  $r = 0,5$  нм.

Результаты исследований могут быть использованы также для определения оптимальных режимов хранения готового продукта, в связи с тем, что лимонная кислота весьма гигроскопична, и при хранении возможно изменение её свойств.

УДК 66.047

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ

*А. В. Евдокимов, В. А. Шуляк*

Могилевский государственный университет продовольствия, Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь в целом и в Могилевской области в частности существует множество деревообрабатывающих предприятий, производящих пиломатериалы. Основным технологическим отходом этих производств являются древесные опилки и стружки, утилизация которых связана с дополнительными финансовыми затратами предприятий и увеличением себестоимости продукции.

В тоже время, эти отходы могут служить местным видом топлива для малых котельных и домашних хозяйств. Для того, чтобы перевести отходы производства в товарный продукт, опилки должны быть высушены от начальной влажности 45-50% до конечной влажности 13% и спрессованы в брикеты, либо гранулы.

Для исследования свойств опилок как объекта сушки использовали установку представляющую собой сушильный шкаф, в котором установлена бюкса с исследуемым материалом, соединенная с электронными весами. Определив начальную влажность опилок с помощью прибора ВЧМ и весов лабораторных равноплечих ВЛР-20, навеску помещали в сушильный шкаф и через определенные интервалы времени снимали показания электронных весов, указывающих массу опилок в данный момент. Температура внутри сушильного шкафа во время всего процесса сушки составляла  $100 \pm 3^\circ\text{C}$ . По достижении продуктом постоянной, не изменяющейся в течение времени массы эксперимент завершали. Затем аналогичным методом определяли конечную влажность опилок, которая составила 6,3%.

По результатам эксперимента построили кривую сушки опилок (рис. 1).

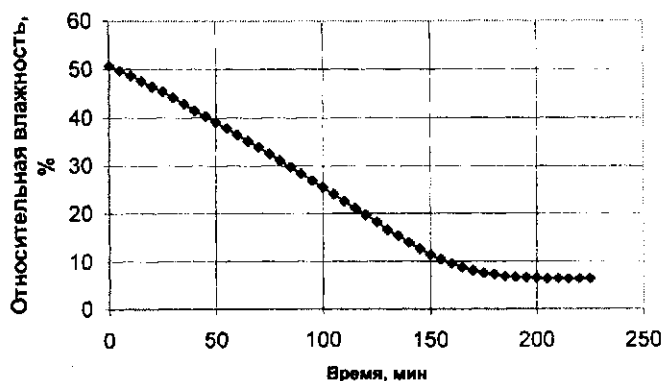


Рисунок 1 – Кривая сушки древесных опилок

Анализ кривой показывает, что преимущественно процесс сушки протекает в первый период, при этом снимается основная масса влаги. Доля связанной влаги составляет 4-6%.

Одновременно проводились опыты по сушке опилок во взвешенном состоянии в лабораторной пневматической сушилке. При начальной влажности 50% и температуре сушильного агента  $85 \pm 4$  °С, конечная влажность после трех проходов составила 13 %. При повышении температуры сушильного агента до 130 °С требуемой конечной влажности удается достичь за один проход.

УДК 664.8.047.

## РАЗВИТИЕ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*Р.Р. Ибрагимов, А.А. Халиков*

Бухарский технологический институт пищевой и легкой промышленности, Узбекистан

В соответствии с определенными задачами основными направлениями структурных сдвигов в экономике на втором этапе реформ будут являться ускоренное развитие отраслей, целых комплексов, обеспечивающих энергетическую и продовольственную независимость республики, наращивание потенциала взаимосвязанных отраслей и производств, которые уже в кратчайшие сроки обеспечат выпуск готовой конкурентно способной продукции на базе имеющихся минерально - сырьевых ресурсов и сельскохозяйственного сырья. Одновременно динамичное развитие должны получать производства с традиционной специализацией при их переоснащении современной технологией и оборудованием.

Важнейшей стратегической задачей является глубокое перевооружение перерабатывающих отраслей, оснащение их современной техникой и технологией, создание законченного полного технологического цикла производства, качественных конкурентноспособных потребительских товаров.

Предусматривается значительное увеличение производства сухофруктов. Особое внимание необходимо обратить на развитие производства детского питания. Одним из продуктов переработки плодоовощного сырья является плодоовощной порошок. Превращение плодоовощного сырья в пищевые порошки решает проблему переработки на консервных заводах, позволяет сократить расходы на тару, хранение и транспортировку продукта. Производительность только одной линии по переработке томата на консервном заводе Бухарской области составляет 300 т/сут. В период полного созревания томата с 5 июня по 15 ноября 1999 г. объем производства томат-пасты составил 32800 т.

Пищевые порошки нужны в качестве добавок в хлебобулочные и кондитерские изделия, для получения напитков, в качестве наполнителей колбасных изделий, для приготовления специй и т. д. Они добавляют пищевым продуктам биологически активные вещества: пектин, минералы, клетчатку, гемицеллюлозу.

Известно, что глубина биохимических процессов в продукте происходящих при тепловом воздействии во многом зависит от температуры и продолжительности термообработки, и чем больше время сушки и выше температура продукта, тем интенсивнее происходят нежелательные биохимические изменения, приводящие к ухудшению качества получаемого продукта. Для этого необходимо разработать высокоэффективный способ обработки, основанный на применении новых методов энергоподвода, обеспечивающих интенсификацию процесса сушки и повышение качества продукта.

Для рациональной организации процесса сушки сельхозпродуктов необходимо иметь четкое представление, которое можно подчеркнуть из результатов экспериментальных и теоретических исследований процессов.

Решение проблемы возможно путем целенаправленной разработки новых теоретических основ, использованием комплексного системного анализа а также на основе математического подхода.

УДК 637.132.35

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КОАКСИАЛЬНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

*О.В. Дымар*

УП «БЕЛНИКТИММП», Минск, Беларусь

Расчет гидравлического сопротивления проводим для условий стабилизированного изотермического течения. Общее сопротивление теплообменника определяется как сумма потерь по длине и местных сопротивлений для всей совокупности ходов

$$\Delta h = \Delta h_0 + \Delta h_{mc} = \sum \{ [\lambda(l/d) + \sum \xi] \times (w^2 / 2g) \} \quad (1)$$

Потери по длине на номинальном режиме работы определяются как

$$\Delta h_0 = \sum \left\{ \left[ \frac{0.3164}{\text{Re}^{0.25}} (l/d) \right] \times (w^2 / 2g) \right\} \quad (2)$$

Местные сопротивления не поддаются определению традиционными расчетными методами. Их конфигурации уникальны, что обуславливает отсутствие обобщенных экспериментальных данных, сведенных в таблицы, поэтому для их вычисления использовался программный комплекс для моделирования гидродинамических процессов FlowVision. Его работа основана на использовании конечно-объемного метода