

УДК 677.057.135.2

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
СУШКИ ПАКОВОК ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ
НА СТЕРЖНЯХ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ
С УЧЕТОМ РАЗБРОСА ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ**

Н.В.КИСЕЛЕВ

(Костромской государственный технологический университет)

Экспериментальные [1] и теоретические [2] исследования показывают, что конструктивные параметры стержня носителя материала аппаратов серий АКДС, АКДН оказывают существенное влияние

на равномерность распределения рабочих сред по высоте столба паковок при жидкостной обработке и сушке, а следовательно, на качество и эффективность этих технологических операций. В большей степени

это относится к паковкам текстильных материалов, обладающих высокой проницаемостью (льняная пряжа, синтетические нити).

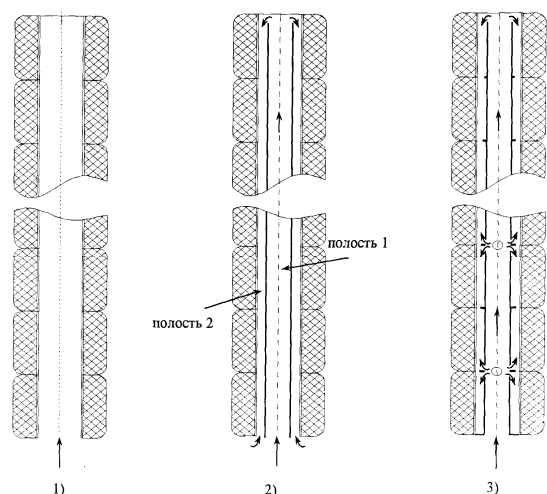


Рис. 1

В настоящее время для формирования столбов паковок используется два типа стержней (рис. 2). При одностороннем движении среды направление течения среды в любой точке поперечного сечения совпадает с направлением подачи ее в столб (рис. 1, поз. 1); при этом конструкция стержня влияет лишь на площадь проходного сечения столба и коэффициент его гидравлического сопротивления. К данному типу относится, в частности, стержень носителей материала аппаратов серии АКДС.

При двуполостном движении среды центральная труба, которая может иметь перфорацию, обеспечивает подвод среды из полости 1 в полость 2 минимум в двух сечениях, и в полости 2 уже не существует единственного направления течения. К данному типу относятся стержень аппаратов АКДН (модификации с трубой круглого и треугольного сечения) и предложенный ранее стержень [3], предназначенный для проведения жидкостных обработок при неполном заполнении аппарата рабочим раствором с низким модулем ванны.

Произведем сравнительный анализ указанных вариантов конструкции стержней при сушке льняной пряжи с учетом разброса проницаемости отдельных паковок.

Ранее в [2] было показано, что для снижения неравномерности распределения

расхода через паковки по высоте столба необходимо повышать число Эйлера:

$$Eu = \frac{a S^2}{\rho h Q_0^2},$$

где a – коэффициент сопротивления паковки; S – площадь проходного сечения столба; ρ – плотность среды; Q_0 – расход среды, подаваемой в столб паковок; h – высота столба паковок.

Для стержней первого и второго типов (рис. 1) значение данного критерия практически одинаково, так как при двусторонней подаче среды в полость 2 расход Q_0 и высота столба h делятся пополам, а площадь сечения при использовании трубы 57 мм и патронов ММ-150-1,3-12А также уменьшается в 2 раза.

Для стержня низко модульного исполнения третьего типа расположение второго снизу клапана между четвертой и пятой паковкой равносильно снижению высоты столба с десяти до трех паковок, расход при этом также уменьшается в той же пропорции, а площадь становится меньше в два раза. При этом число Эйлера должно возрасти в 2,77 раза. Однако такая упрощенная оценка не учитывает влияния распределенных и местных сопротивлений в полости столба на перераспределение расходов, особенно для стержня, имеющего дроссельные шайбы.

Рассмотрим результаты расчетов времени сушки столба паковок на стержнях указанных типов с использованием математической модели процесса [2] при равномерной начальной влажности паковок, что позволяет оценить неравномерность распределения расхода сушильного агента по высоте столба, вносимую исключительно конструктивными особенностями стержня. При этом для лучшей сопоставимости результатов коэффициенты местных сопротивлений (для второго типа) и проходные сечения подводящих клапанов (для третьего типа) оптимизированы для получения минимального времени сушки. Использован метод сопряженных направлений для поиска минимума функции многих переменных [4].

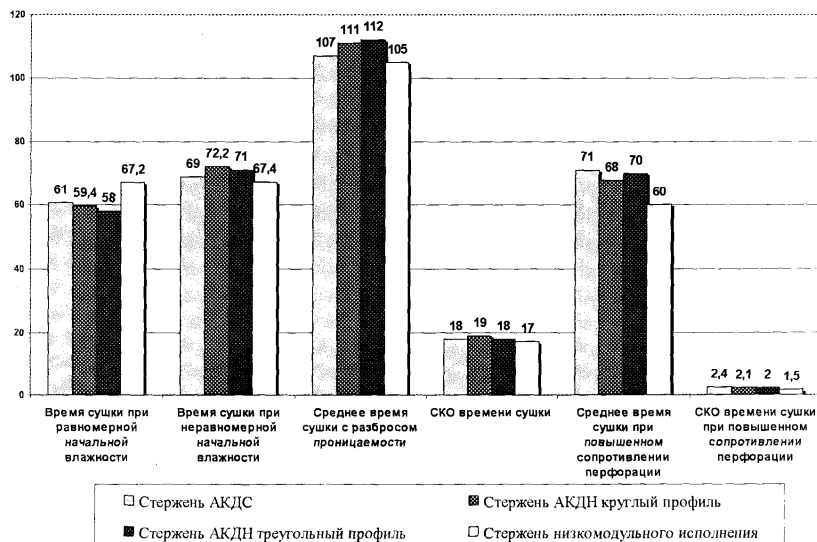


Рис. 2

Как следует из диаграммы рис.2, в идеальных условиях стержни второго типа имеют некоторое преимущество, особенно модификация треугольного сечения, что обусловлено большей площадью проходного сечения ($0,34 \text{ дм}^2$ вместо $0,31 \text{ дм}^2$). Стержень низко модульного исполнения показывает худшие результаты за счет влияния дроссельных шайб.

Следует отметить, что расчетные значения времени сушки более чем в два раза отличаются от реальных значений для аппарата СКД-6, так как по данным экспериментов [1] проходящий через паковку льняной пряжи воздух насыщается влагой лишь до относительной влажности 20...40%.

Для реальных условий сушки более характерно неравномерное начальное распределение влажности по паковкам столба, появляющееся в межоперационный период под действием силы тяжести и усиливающееся в начальной фазе сушки при вытеснении воздухом структурно связанной влаги [1]. В этих условиях для стержня первого типа можно частично ослабить затягивание сушки нижних паковок выбором оптимального периода смены циркуляции (20...24 мин) при начальном направлении ее от центра к периферии паковок.

Для стержней второго типа обеспечить усиленный подвод сушильного агента к более влажным паковкам можно за счет повышения коэффициента сопротивления

поворота потока в верхней части столба, а для стержня третьего типа – изменением площадей проходного сечения подводных клапанов.

Минимальное время сушки при оптимальных для каждого типа значениях указанных параметров обеспечивает стержень низко модульного исполнения, так как подвод воздуха в трех сечениях позволяет полнее учесть заданное распределение влажности, а дроссельные шайбы затрудняют неконтролируемое перераспределение потоков между паковками с различной влажностью (и проницаемостью).

Важнейшим фактором, влияющим на продолжительность сушки паковок, является разброс их по проницаемости, обусловленный несовершенством процесса формирования на существующих машинах М-150-1. Совместно с неравномерностью по влажности разброс сопротивления паковок может увеличить время процесса в 2...3 раза [1]. В связи с этим в программу DRYING1 заложена возможность формирования коэффициентов сопротивления паковок столба по закону нормального распределения с заданным математическим ожиданием и дисперсией с последующим повторением расчета 50...100 раз и определением математического ожидания времени сушки и его среднеквадратического отклонения (СКО). Расчеты выполнялись при СКО коэффициентов сопротивления на уровне 20% от среднего.

Результаты (рис.2) показывают, что независимо от конструкции стержня время сушки возрастает в среднем на 55% с СКО 17...19%. Преимущество стержня типа 3 сохраняется, но не является статистически значимым.

Единственным способом снижения зависимости расхода воздуха через паковку от ее проницаемости является установка на пути потока дополнительного сопротивления, превышающего собственное сопротивление паковки, что может быть достигнуто, например, повышением сопротивления перфорации патронов. Так, при коэффициенте сопротивления перфорации 50000 сопротивление столба на стержне составит ~1600 Па для первого и ~5000 Па для третьего типа, что практически не сказывается на положении рабочей точки турбокомпрессора ТВ-125-5,5 с развиваемым давлением более 50000 Па.

Расчеты показывают, что среднее время сушки снижается при этом на 50...75%, а его СКО не превышает 1,4...2,5 мин, что можно считать существенным резервом повышения эффективности процесса.

Преимущество стержня низко модульного исполнения по времени сушки в этих условиях достигает 13...18% и становится статистически значимым.

ВЫВОДЫ

1. Уточнена математическая модель сушки столба паковок в отношении учета разброса паковок по проницаемости. Программная реализация модели дополнена возможностью оптимизации параметров

стержня, отвечающих за распределение потоков при двуполостном движении среды.

2. Рассмотренные типы стержней носителя материала при использовании серийных патронов имеют близкие показатели времени сушки.

3. Повышение сопротивления перфорации патронов позволит компенсировать разброс проницаемости паковок для материалов с низким гидравлическим сопротивлением и существенно уменьшить время сушки.

4. При повышенном сопротивлении перфорации патронов стержень низко модульного исполнения снижает расчетное время сушки на 13...18% по сравнению с существующими его модификациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование факторов повышения производительности сушильных установок СКД-6. Отчет КТИ ГРН№01850011152. – Кострома, 1985.

2. *Киселев Н.В.* Оптимизация процессов фильтрации рабочих сред через столб паковок в аппаратах с неполным заполнением жидкостью: Дис...канд. техн. наук. – Кострома: КТИ, 1986.

3. А.с. №1313924 СССР. D06B, 5/12. Паковкодержатель устройства для жидкостной обработки и сушки текстильного материала / Н.В. Киселев, В.Г. Уханков, А.В. Максимов и др. – Оpubл. 1987. Бюл. №34.

4. *Калиткин Н.Н.* Численные методы. – М.: Наука, 1978.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин и проектирования текстильных машин. Поступила 29.01.07.