

КРИТЕРИЙ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ТРИКОТАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А. А. Науменко

УО «Витебский государственный
технологический университет»

При проектировании технологических систем в трикотажном производстве важной задачей представляется поиск таких их размеров, при которых эти системы можно было бы отнести к оптимальным или близким к ним. Покажем, что в качестве критериев оптимальности можно использовать критерии устойчивости

В динамике технологических систем в трикотажном производстве на стадии вязания выделим следующую принципиальную особенность: после единовременного запуска в работу в момент времени t_0 N единиц технологического оборудования количества работающего оборудования X , несмотря на активные действия обслуживающего персонала, самопроизвольно изменяется во времени в соответствии с неравенством $X \leq N$. Стремление системы уйти на уровень, отличный от начального, может рассматриваться как свидетельство того, что начальное ее состояние, в момент времени t_0 не является устойчивым. Существует состояние, не совпадающее с начальным, к которому система постоянно стремится, достигая его (по меньшей мере, в среднем) через конечный интервал времени. Процесс в технологической системе, когда она из неустойчивого начального состояния переходит в некоторое конечное, как более устойчивое, назовем переходным. Используем идею о переходном процессе для моделирования технологической системы путем воспроизведения ее своего рода эволюции в искусственно создаваемых нестационарных условиях, когда системные параметры изменяются свободно.

В качестве параметров технологической системы, кроме численности работающего оборудования $X(t)$, примем численность обслуживающего персонала (в дальнейшем работников). Численность вязальщиц обозначим через Y , численность поммастеров - через Z . Величину Y будем рассматривать как функцию времени $Y(t)$. Величину Z используем в качестве параметра с целочисленными значениями. Для упрощения записей условимся в дальнейшем не указывать аргумент t в записи функций времени $X(t)$ и $Y(t)$.

Рассмотрим в начале скорость изменения в переходном процессе численности работающего оборудования dX/dt . Очевидно, что эта величина в переходном процессе будет обратно пропорциональна вероятности перехода машин в неработоспособное состояние из-за возникновения отказов. В свою очередь, такая вероятность пропорциональна

численности работающего оборудования. Тогда можно написать следующее соотношение

$$dX/dt = -k_1 X \quad (1)$$

Вид его и знак минус в правой части соответствует факту самопроизвольного снижения численности X работающего оборудования при отсутствии технического обслуживания со скоростью обратно пропорциональной численности работающего оборудования. Для нейтрализации растущего потока остановов машин в технологическую систему вводится обслуживающий персонал, состоящий из Y вязальщиц и Z поммастеров. Обратим внимание на то, что $Y < X$ и $Z < X$ всегда. Поэтому возможность технического обслуживания машины немедленно после ее

останова будет определяться соответствующими вероятностями. Как количественные меры этих вероятностей естественно принять отношения Y/X и Z/X , заданные так же, как и вероятности, на интервале $[0; 1]$. Очевидно, что dX/dt будет прямо пропорциональна этим отношениям. Добавим в уравнение (1) соответствующие члены, после чего оно станет таким

$$dX/dt = -k_1X + k_2Y/X + k_3Z/X \quad (2)$$

Правая часть (2) моделирует суперпозицию двух процессов: самопроизвольного перехода машин из рабочего состояния в состояние останова и восстановление работоспособности машин действиями обслуживающего персонала.

Рассмотрим теперь скорость изменения в переходном процессе численности вязальщиц dY/dt , вовлекаемых в работу в технологической системе, формирующей в искусственной нестационарной среде. Предварительно обратим внимание на то, что в реальных технологических системах численность работниц всегда намного меньше численности обслуживаемых ими машин. Причем это соотношение поддерживается организационно-технологически, т. е. искусственно. Следовательно, в математической модели технологической системы также должен работать количественный механизм сдерживания роста размеров технологической системы по переменной Y , связанный с этим же параметром. Действие подобного механизма можно промоделировать уравнением, аналогичным (1):

$$dY/dt = -k_4Y \quad (3)$$

Однако, существует еще один фактор, снижающий скорость роста численности работниц, привлекаемых к обслуживанию машин в переходном процессе и тем самым стабилизирующий размеры технологической системы. Им является вероятность обслуживания работницей единицы технологического оборудования. При этом, очевидно, что величина dY/dt обратно пропорциональна вероятности такого обслуживания, в качестве количественной меры которой можно принять отношение Y/X .

Следует еще учесть, что вовлечению вязальщиц в работу способствует техническое обслуживание вязальных машин со стороны поммастеров. Повышение вероятности такого обслуживания, способствует росту численности работающего оборудования X . Однако падение скорости роста X из-за роста частоты остановов машин (что моделируется уравнением (1) ведет к возрастанию, по меньшей мере в потенциальном плане, потребности в вязальщицах. Поэтому в правую часть (3) необходимо добавить положительный член, содержащий отношение Z/X , как меру указанной вероятности. Окончательно будем иметь:

$$dY/dt = -k_4Y - k_5Y/X + k_6Z/X \quad (4)$$

Объединим (2), (4) в систему:

$$\begin{aligned} dX/dt &= -k_1X + k_2Y/X + k_3Z/X \\ dY/dt &= -k_4Y - k_5Y/X + k_6Z/X \end{aligned} \quad (5)$$

Эту систему уравнений и будем рассматривать в качестве математической модели технологической системы в трикотажном производстве. Постоянные коэффициенты модели k_1, k_6 обусловлены свойствами конкретной технологической системы.

Общий анализ особенностей системы уравнений (2) и (4), позволяет предположить, что изменение численности работающего оборудования X и соответствующее изменение численности вязальщиц Y при фиксированной численности поммастеров Z , приведет, в конечном итоге, к тому, что значения величин dX/dt и dY/dt , определяемые соотношениями (2) и (3), станут равным нулю, и рост параметров X и Y технологической системы прекратится. В системе установится равновесие.

Для отыскания таких значений X_6 и Y_6 приравняем правые части двух первых уравнений системы (5) к нулю и получим систему двух алгебраических уравнений

$$-k_1X + k_2Y/X + k_3Z/X = 0; \quad -k_4X - k_5Y/X + k_6Z/X = 0$$

Она содержит параметры системы X, Y, Z и является нелинейной. Решая ее, получаем:

$$Y_6 = k_6Z / (k_4X_6 + k_7)$$

Значение X_6 может быть получено как решение кубического уравнения

$$AX_6^3 + BX_6^2 + CX_6 + D = 0$$

$$\text{где } A = k_1k_4; \quad B = k_1k_5; \quad C = -k_3k_4; \quad D = -(k_2k_6 + k_3k_5)Z.$$

Соотношения, определяющие координаты X_6 и Y_6 стационарной точки, показывают, что и X_6 и Y_6 определяются всеми шестью коэффициентами модели (5).

Исследование фазового портрета технологической системы с параметрами X_6, Y_6, Z показывает, что она является устойчивой. Следовательно, система с такими параметрами может рассматриваться как оптимальная по размерам в соответствии с критерием устойчивости.

УДК 677.023.23

О ПЕРСПЕКТИВАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ПЕРЕГОРОДОК ТРУБЧАТЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

И.И. Шигапов

*Димитровградский институт технологий,
управления и дизайна*

Известно, что пористые перегородки трубчатых текстильных фильтров должны отвечать вполне определенным требованиям для обеспечения оптимального протекания процесса фильтрации, а именно: они должны обладать малым гидравлическим сопротивлением фильтруемому потоку жидкости (суспензии) и обеспечивать требуемую степень очистки суспензий, и степень дисперсности частиц фильтрата. Для этого капилляры фильтровальной перегородки должны иметь одинаковые малые размеры, а их количество должно быть наибольшим. Кроме этого они должны иметь достаточно большую длину, чтобы фильтруемая жидкость как можно дольше соприкасалась с поверхностью материала перегородки.

С нашей точки зрения наиболее подходящими структурами для таких перегородок являются спиралевидные намотки. В этом случае фильтруемая жидкость движется по спиралам намотки, что значительно увеличивает путь фильтрации и улучшает очистку суспензии от твердых частиц.

Особенно перспективно применение фильтров академика Петрянова, пористые перегородки которых изготавливаются из очень тонких нитей. Это значительно увеличивает поверхность соприкосновения фильтрующих перегородок с фильтруемой жидкостью. Эти фильтры положительно зарекомендовали себя при очистке аэрозолей и, по нашему мнению, могут быть использованы при очистке сточных вод. Кроме того, трубчатые текстильные фильтры должны задерживать вредные примеси и соли тяжелых металлов (пестициды, соли железа). Последние обстоятельства определяют вид волокнистых материалов, из которых формируют пористые перегородки трубчатых текстильных фильтров, ибо различные материалы способны