

может достигать 80 000 USD на 1 тонну перерабатываемого льняного сырья. В России разработан ассортимент и отработана технология производства не имеющих аналогов за рубежом текстильных изделий медицинского и санитарно-гигиенического назначения, в частности, льняной химической нити повышенной совместимости с тканями живого организма, медицинской гигроскопической льняной и льнохлопковой ваты, перевязочных материалов, лечебного белья. Использование льняных тканей для рабочего места и жилых помещений позволит значительно улучшить качество жизни человека, повысить устойчивость организма к стрессам.

Комплексная переработка стебля однолетних растений (лен, конопля и др.), позволит, в результате внедрения дополнительных стадий экстракции и ферментации, более глубоко перерабатывать растительное сырье с получением исходного сырья для строительных материалов, сырья для химической промышленности, витаминизированного корма для скота и др. Если ранее выращенный лен не перерабатывался полностью, а значительная часть его уничтожалась (сжигалась), то с использованием новых технологий, он может перерабатываться практически без остатка.

УДК 677.25:519

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО КРИТЕРИЯМ УСТОЙЧИВОСТИ**

*А.А. Науменко, доцент, А.В. Минченко, ст. преподаватель  
УО «Витебский государственный технологический университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

В соответствии с [1] технологическая система (ТС) – это совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов и операций. Одной из важнейших интегральных характеристик ТС являются ее размеры. В настоящее время расчет их основывается на нормах обслуживания технологического оборудования. Однако размеры ТС, определенные, исходя из этих норм, как показали исследования [2], не гарантируют того, что спроектированная ТС окажется устойчивой и способной, благодаря наличию такого качества, эффективно противостоять влиянию внешних и внутренних факторов. В этом находит свое отражение противоречие между оптимальностью системы и ее устойчивостью. Поэтому при проектировании ТС важной задачей представляется поиск таких их размеров, при которых эти системы можно было бы отнести к оптимальным или близким к ним еще и по критерию устойчивости. Таким образом, цель настоящей работы состоит в том, чтобы показать возможность получения компромиссного решения двухкритериальной задачи проектирования технологических систем в случае использования двух критериев: оптимальности и устойчивости. В качестве объекта исследования выбрано круглочулочное производство.

Для количественного описания ТС в этом виде производства выбраны определяющие ее параметры и показатели протекающего в ней процесса. В качестве базового показателя ТС принята теоретическая производительность круглочулочного автомата  $g$ , обуславливающая ее предельные возможности. В соответствии с терминологией теории катастроф [3], использованной для исследования устойчивости ТС, величина  $g$  рассматривалась как переменная состояния системы. В качестве переменных управления ТС согласно [2] принята численность работающего оборудования  $X$  и численность вязальщиц  $Y$ . Размеры ТС определялись совокупностью определенных значений  $X, Y, g$ .

Используя введенные величины, в работе [2] построена функция  $H=H(X,Y,g)$  в следующем виде:

$$H=A_1A_2 XYg / [A_2^2 Y+(A_2A_4 X+(A_2A_3 -A_2A_4)Y)g+A_3A_4(X-Y)g^2], \quad (1)$$

где:  $A_1=T-T_6$ ;  $A_2=T$ ;  $A_3=T_{вн} + T_{ср}$ ;  $A_4=T_{вн}(1-K_a)$ . В этих равенствах  $T$  - продолжительность рабочей смены;  $T_6$  - затраты времени на подготовительно-заключительные операции, связанные с остановкой оборудования;  $T_{вн}$  - время, необходимое для проведения вспомогательных технологических работ, производимых во время останова машины;  $T_{ср}$  - потери времени из-за срывов изделий;  $X$  - численность работающего оборудования;  $Y$  - число работников, обслуживающих  $X$  единиц оборудования;  $K_a$  - коэффициент, учитывающий удельный вес машинного и вспомогательного времени в общем времени работы  $T$ .

Задача оптимизации ТС состояла в нахождении значений переменных  $X, Y, g$ , при которых производительность  $H$  технологической системы оказывалась бы наибольшей. В терминах теории катастроф величина  $H$  рассматривалась как потенциал системы.

Исследование систем на устойчивость сводилось к выявлению областей устойчивого и неустойчивого их равновесия. В [2] показано, что равновесное состояние системы достигается в тех точках, в которых первая производная от потенциала системы по переменной состояния оказывается равной нулю. Используя это условие, выведено соотношение между величинами, определяющими размеры ТС в виде:

$$g = (bY/(X-Y))^{0.5} \quad (2)$$

где  $b= A_2^2/(A_3A_4)$ . Геометрическое отображение этого уравнения с использованием конкретных данных табл. 1 (строки 1–7) представлено на рис. 1. На нем видно, что фазовые точки, соответствующие состояниям равновесия ТС, образуют в фазовом пространстве  $X, Y, g$  поверхность, свидетельствующую о множественности состояний равновесия ТС в круглолучном производстве. В [1] доказано, что равновесные состояния ТС на этой поверхности являются и устойчивыми.

Таблица 1 - Характеристики ТС в круглолучном производстве на ОАО "КИМ"

№ п/п	Наименование характеристики	Значение характеристики
1	Вид производимых изделий	Колготки детские
2	Вид применяемого оборудования	Автомат "2АН-14"
3	Длительность рабочей смены, $T$ , с.	29520
4	Потери времени по группе Б, $T_6$ , с.	1800
5	Кэфф. потерь времени по группе А, $K_a$	0.80
6	Вспомогательное не перекрываемое время, $T_{вн}$ , с./изделие	16
7	Потери времени из-за срывов изделий, $T_{ср}$ , с./изделие	31
8	Теоретическая производ-ность автомата, изд./смену	140
9	Норма обслуживания (численность автоматов)	8

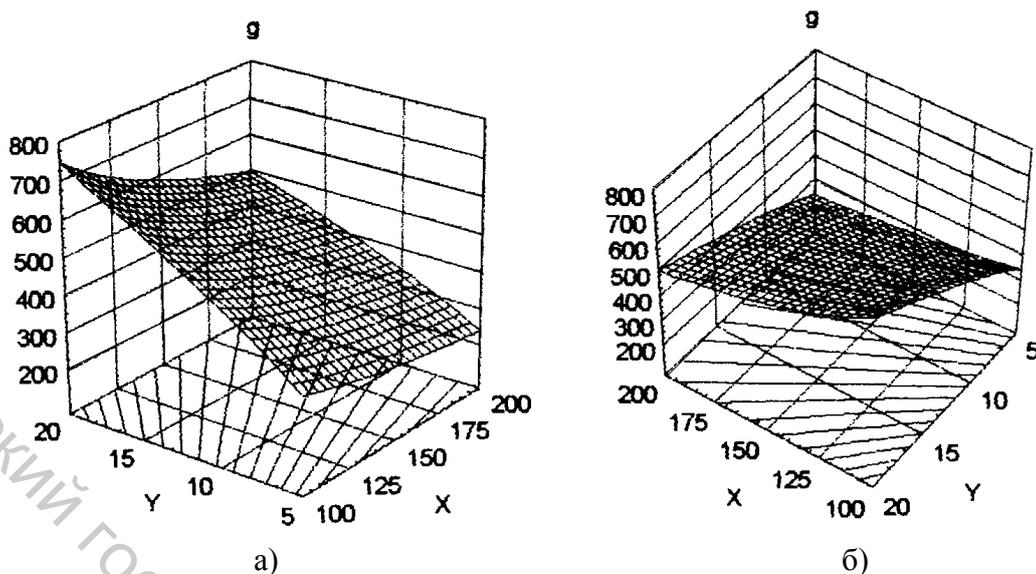


Рисунок 1 – Поверхность равновесия ТС по данным табл. 1, описываемая функцией (2) в фазовом пространстве X,Y, g: а) при X=50...250 и Y=5...20; б) при тех же значениях X и Y в развернутом положении

Оценивая ТС, представленную в табл. 1 строками 1– 9, легко заключить, что в пространстве параметров X,Y, g ее состояние существенно удалено от равновесного и устойчивого. Приблизить ее к этому состоянию можно за счет применения существенно более производительных чулочных автоматов

Исследование функции (1) на максимум при условии (2) показало, что найденная поверхность является одновременно и поверхностью максимальных значений этой функции. Таким образом, условие (2) позволяет найти оптимальное и в то же время устойчивое решение задачи проектирования ТС.

Использованный в данной работе подход дополняет известные подходы к проектированию этих систем, повышая их качество.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 27.004–85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. – Введен 31.01.1985. – Москва : Госкомитет по стандартам. – 14 с.
2. Науменко А.А. Устойчивость технологических систем в трикотажном производстве / А.А. Науменко. – Витебск: ВГТУ, 2007. – 178 с.
3. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. – Москва: Мир, 1980. – 608 с.