

УДК 621.979:621.753.5.001

Смирнов А. М.
Сорокина О. С.**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
УЧАСТКОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ**

В условиях рыночной экономики одним из важнейших факторов является сокращение времени и средств на подготовку производства. Для этого используются различные средства, в том числе и компьютерные технологии, основанные на методах оптимизации. Но они требуют применения дорогостоящих программных комплексов.

В основе методики выбора рационального технологического процесса заложены два принципа: технический и экономический. Технический принцип предполагает совокупность технологических решений, на основании которых формируется технологический процесс, обеспечивающий безусловное выполнение технологических условий и точность требований, указанных в чертеже детали. Экономические принципы, заложенные в технологические решения, должны обеспечить приведенную минимизацию временных и материальных затрат как в основном, так и во вспомогательном производстве. Анализ вариантов изготовления листоштампованных деталей может быть достаточно быстро выполнен с использованием системы моделирования организационно-технологических структур цехов и участков листовой штамповки.

В зависимости от условий производства для решения поставленной задачи могут быть применены методы оптимизации с использованием критериев минимизация себестоимости, либо минимизация трудоемкости, либо равномерная загрузка оборудования [1–3].

Целью настоящей работы является создание варианта системы, использующей доступные программные и аппаратные средства

Решение поставленной задачи требует применения специальных методов оптимизации на базе достаточной трудоемких вычислительных процедур.

При ограниченной номенклатуре изделий в условиях экономического кризиса целесообразно создание системы, позволяющей решить поставленную задачу путем простого перебора. Анализ вариантов изготовления листоштампованных деталей может быть достаточно быстро выполнен с использованием системы моделирования организационно-технологических структур цехов и участков листовой штамповки.

Принцип функционирования системы моделирования организационно-технологических структур цехов и участков листовой штамповки иллюстрируется рис. 1.

Блок сравнения технологических процессов базируется на целевой функции минимальной себестоимости, а блок расчета параметров цеха на целевой функции равномерной загрузки оборудования.

Результаты расчета из первого блока используются в качестве входных данных для второго блока.

Для условий небольших объемов производства при ограниченных номенклатурах и типом оборудования данная система может быть реализована на базе MS Excel. Она включает:

1. Модуль «Формирование исходных данных» предназначен для формирования данных по деталям-представителям, выбранном технологическом оборудовании, технологической оснастке, организационно-технологической структуре проектируемого производства.

2. Модуль «Программа». В данном модуле рассчитывается программа выпуска и запуска по деталям, деталям-представителям, стоимость годового запуска по деталям и деталям-представителям, стоимость годового запуска по участку. При определении массы годового запуска деталей-представителей происходит формирование сначала по группе исходного материала (черные металлы, цветные металлы, неметаллы), затем – по виду исходного материала (рулон, лента, лист, полоса), с занесением в соответствующие ячейки.

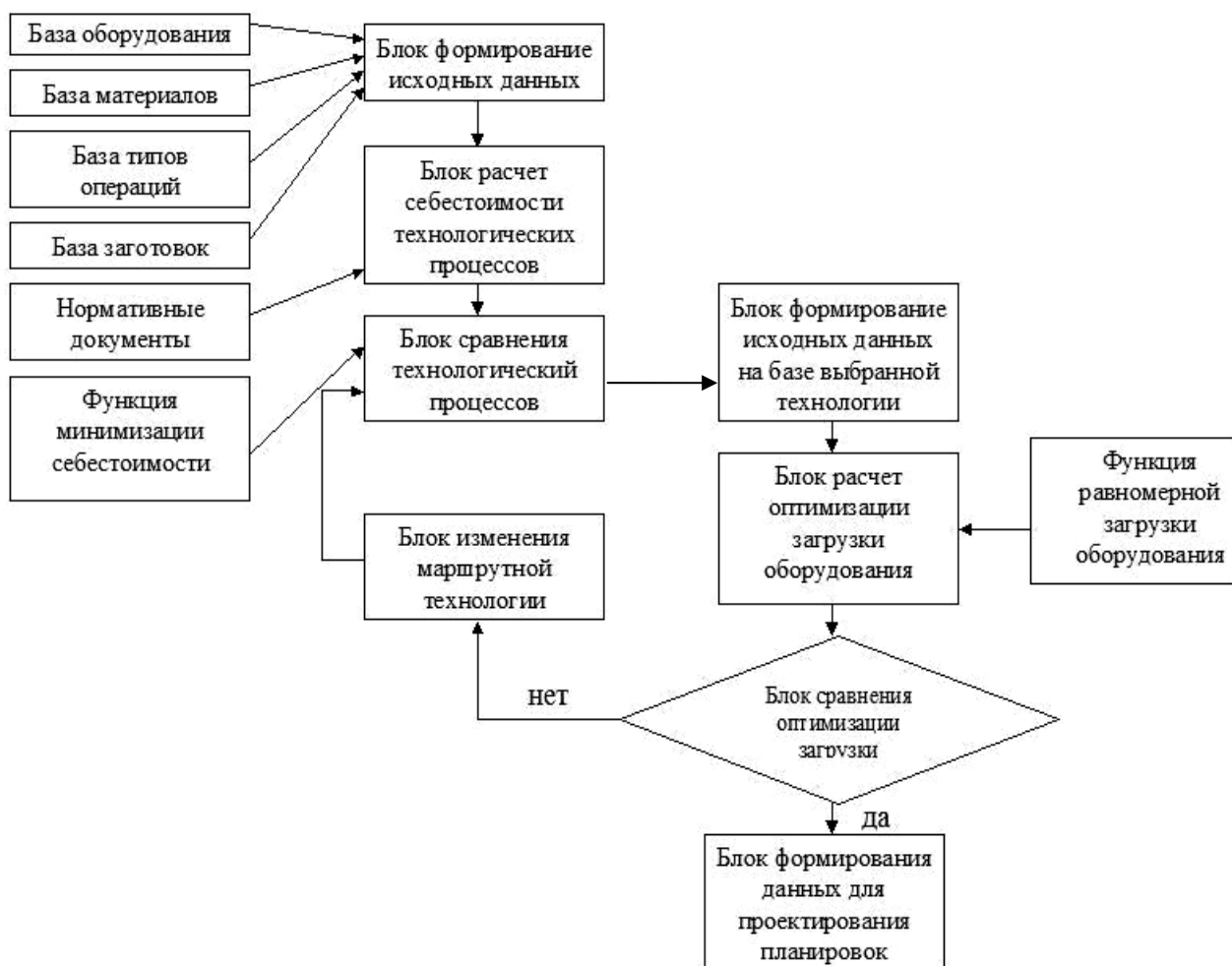


Рис. 1. Макроструктура системы моделирования

3. Модуль «Технологическое оборудование». В нем определяется количество оборудования по деталям и штампооперациям и по моделям, а также затраты на оборудование по деталям и деталям-представителям и по участку, коэффициент загрузки оборудования по моделям и участку, трудоемкость наладочных работ по видам оборудования и по участку. Количество оборудования по моделям уточняется проектантом, в зависимости от полученных результатов (соответствующие строки помечены).

4. Модуль «Численность работающих». Предназначен для расчета численности всех категорий работающих с разделением по сменам и заработной платы работающих.

5. Модуль «Физические ресурсы» разделен на следующие подмодули:

– Основные материалы.

Рассчитывается масса годового запуска по деталям, деталям-представителям, участку и предполагаемые затраты по группам материала (черные металлы, цветные металлы, неметаллы) и виду (лист, рулон и т. д.)

– Отходы.

Определяется годовая масса отходов по деталям, деталям-представителям, участку по группам материала (черные металлы, цветные металлы, неметаллы), доход от реализации отходов по деталям, деталям-представителям, участку.

– Штампы и приспособления.

Рассчитывается годовой расход штампов и приспособлений и их количество по штампооперациям и на участке, а также затраты на их приобретение.

– Энергоносители.

Определяется годовой расход и затраты на все виды энергоносителей по группам оборудования и участку.

– Вспомогательные материалы.

Рассчитывается годовой расход и затраты на используемые виды вспомогательных материалов на технологические цели и для обеспечения работоспособности всех видов оборудования по деталям, деталям-представителям и участку.

6. Модуль «Складское хозяйство» предназначен для расчета площадей и затрат на складское хозяйство и разделен на следующие подмодули:

- Склад исходных материалов.
- Склад полуфабрикатов.
- Склад готовой продукции.
- Склад штампов и приспособлений.

7. Модуль «Площади цеха». Определяются площади по группам оборудования, по участку и исходные размеры производственного подразделения. Затем проектантом по принятой ширине его длина.

Результатом расчетов является таблица составляющих технологической стоимости (табл. 1) для различных маршрутов изготовления деталей. Проектант имеет возможность в процессе работы с системой просмотреть результаты, вывести данные по загрузке листоштамповочного оборудования и провести его последовательную коррекцию до получения положительных результатов.

Таблица 1

Структура затрат расчета вариантов технологических процессов на этапе их выбора

Изменение элементов затрат				
	Вариант 1	Вариант N	Рекомендуемый вариант
1. Затраты на материал	C_{M1}		C_{MN}	C_{Mi}
2. Основные рабочие				
2.1. Основная З/П	$Z_{прг1}$		$Z_{пргN}$	$Z_{пргi}$
2.2. Дополнительная З/П 14%	$DZ_{пр1}$		$DZ_{прN}$	$DZ_{прi}$
2.3. ЕСН 26%	$ЕСН(Z_{прг} + DZ_{пр})$		$ЕСН(Z_{прг} + DZ_{пр})$	$ЕСН(Z_{прг} + DZ_{пр})$
3. Наладчики				
3.1. Основная З/П	$Z_{нал1}$		$Z_{налN}$	$Z_{налi}$
3.2. Дополнительная З/П 14%	$DZ_{нал1}$		$DZ_{налN}$	$DZ_{налi}$
3.3. ЕСН 26%	$ЕСН(Z_{нал} + DZ_{нал})$		$ЕСН(Z_{нал} + DZ_{нал})$	$ЕСН(Z_{нал} + DZ_{нал})$
4. Затраты на инструмент	$C_{шдп1}$		$C_{шдпN}$	$C_{шдпи}$
5. Себестоимость машины часа оборудования	$C_{мч1}$		$C_{мчN}$	$C_{мчи}$
5.1 Основная электроэнергия	$C_{элг1}$		$C_{элгN}$	$C_{элги}$
5.2 Амортизация	$A_{м1}$		$A_{мN}$	$A_{ми}$
5.3 Затраты на ремонт	$C_{рем1}$		$C_{ремN}$	$C_{реми}$
5.4 Затраты на здание	$C_{зд1}$		$C_{здN}$	$C_{зди}$
6. Удельная стоимость оборудования	$K_{у1}$		$K_{уN}$	$K_{уi}$
ИТОГО технологическая стоимость детали	$C_{т1}$		$C_{тN}$	$C_{ти}$

По результатам первого этапа формируются экономически целесообразные маршруты обработки для всей номенклатуры деталей, рассчитываются основные организационно-технологические параметры производства (табл. 2). Оценка результатов может быть выполнена в зависимости от поставленной задачи. В условиях ограничения затрат на оборудование целесообразно выполнить более равномерную его загрузку. Пользователь системы может изменить исходные данные, путем замены варианта с использованием мало загруженного оборудования и переходом на следующий менее экономичный возможный вариант маршрута обработки, исключая применение этого оборудования. Таким образом, этот вид оборудования исключается из списка, что позволяет сократить затраты (табл. 3).

Таблица 2

Результаты расчета загрузки оборудования, полученные на первом шаге

Модель оборудования	АИДА	КОМЕССА	K2534	K3535	K2535ABT	K2534ABT	K3537ABT
Годовой запуск по деталям шт. Пгд = сумма (пгд _j)	80640	80640	4250977,9	689301,9	3058879,4	29484	2001142,5
Годовой запуск по деталям-представителям шт. Пгд = сумма (пгд _i)	80640	80640	4250977,5	68930,9	3058679,4	29484	2001142,5
Количество оборудования по моделям (рассчитанное с учетом средней нагрузки), шт. Qpc = сумма (Qдпс)	0,02	0,08	3,35	0,72	1,50	0,02	3,15
Количество оборудования по моделям (рассчитанное с учетом фактической нагрузки), шт. Qpf = сумма (Qдпф)	0,02	0,07	2,75	0,59	1,23	0,01	2,59
Количество оборудования по моделям (округленное) по средней нагрузке шт. Qoc = округл (сумма (Qдпi))	1	1	4	1	2	1	4
Количество оборудования по моделям (округленное) по фактической нагрузке шт. Соф = округл. (сумма (Qдпj))	1	1	3	1	2	1	3
Коэффициент загрузки по моделям расчетный (с учетом средней нагрузки) кз = Qpc / Qoc	0,02	0,08	0,84	0,72	0,75	0,02	0,79
Коэффициент загрузки по моделям расчетный (с учетом фактической нагрузки) кз = Qpf / Qof	0,02	0,07	0,92	0,59	0,61	0,01	0,86
Число наладок оборудования по моделям Кналм = сумма (Кнали)	4,00	4,00	50,00	10,00	38,00	2,00	24,00
Количество оборудования по моделям принятое (уточняется проектантом) шт. Qo	1	1	3	1	2	1	3
Коэффициент загрузки фактический по моделям кзп = Qpf / Qo	0,02	0,07	0,92	0,59	0,61	0,01	0,86

Таблица 3

Результаты расчета загрузки оборудования, полученные на последнем шаге

Модель оборудования	K2534	K3535	K2535ABT	K2534ABT	K3537ABT
Годовой запуск по моделям шт. Пгд = сумма (Пгд _і)	4302133,5	689301,9	3058879,4	1982240	2001142,5
Годовой запуск по деталям-представителям шт. Пгдп = сумма (Пдп _і)	40302133,5	889301,9	3058879,4	1962240	2001142,5
Количество оборудования по моделям (рассчитанное с учетом средней нагрузки), шт. Qpc = сумма (Qдпс)	3,39	0,72	1,50	0,97	3,15
Количество оборудования по моделям (рассчитанное с учетом фактической нагрузки), шт. Qpf = сумма (Qдпф)	2,78	0,59	1,23	0,79	2,59
Количество оборудования по моделям (округленное) по средней нагрузке шт. Qoc = округл (сумма (Qp _і))	4	1	2	1	4
Количество оборудования по моделям (округленное) по фактической нагрузке шт. Qof = округл (сумма (Qp _і))	3	1	2	1	3
Коэффициент загрузки по моделям расчетный (с учетом средней загрузки). кз = Qpc / Qoc	0,85	0,72	0,75	0,97	0,79
Коэффициент загрузки по моделям расчетный (с учетом фактической загрузки) кз = Qpf / Qof	0,93	0,59	0,61	0,79	0,88
Число наладок оборудования по моделям Кналм = сумма (Кнал _і)	52,00	10,00	36,00	28,00	24,00
Количество оборудования по моделям, принятое (уточняется проектировщиком), шт. Qo	3	1	2	1	3
Коэффициент загрузки фактический по моделям кзп = Qpf / Qo	0,93	0,58	0,61	0,79	0,86

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм расчета загрузки оборудования цеха (участка) листоштамповочного производства, позволяющий выбрать рациональный вариант маршрутной технологии при ограниченной номенклатуре продукции.
2. Предложен малозатратный вариант реализации разработанного алгоритма с использованием среды Excel MS

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов / М. Е. Егоров. – М. : Высшая школа, 1969. – 480 с.
2. Зимин В. В. Проектирование холодноштамповочных цехов автоматизированных производств [учебное пособие] / В. В. Зимин, И. Е. Семенов, А. М. Смирнов. – М. : Мосстанкин, 1988. – 83 с.
3. Греджук И. Ф. Решение задачи оптимизации размещения кузнечного производства / И. Ф. Греджук, В. М. Козуб // Технология производства, научная организация труда и управления. – М. : НИИмаш, 1973. – С. 45–50.

Смирнов А. М. – канд. техн. наук, проф. МГТУ «Станкин»;
Сорокина О. С. – магистр МГТУ «Станкин».

МГТУ «Станкин» – Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва, Россия.

E-mail: smirn.stankin@mail.ru