

## **Выводы.**

1. Методом конечных элементов проведено математическое моделирование процесса обжима в холодном состоянии заготовки со ступенчатой полостью из высокоуглеродистой стали с высоким сопротивлением деформированию.

2. Расчетным путем определены технологические параметры получения изделия с заданными размерами и необходимыми физико-механическими свойствами в стенке после обжима.

3. Определено усилие деформирования, распределение удельных усилий на деформирующем инструменте для выбора оборудования и проектирования штамповой оснастки.

4. Определены с учетом разгрузки после пластической деформации конечные размеры изделия. Выявленное напряженно-деформированное состояние по всему объему изделия позволило спрогнозировать механические свойства в стенке изделия после обжима.

5. По результатам моделирования спроектирован штамп для обжима заготовок со ступенчатой полостью. Штамп устанавливается на кривошипном прессе.

## **Список литературы**

1. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки – М: Машиностроение, 1977. – 278 с.
2. Пасько А.Н., Кухарь В.Д., Сизова И.А. Свободный обжим трубчатых заготовок // Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением. Сб. научн. тр. -Ч.2., Тула, 2003. С.62-65.
3. Калюжный В.Л. Узагальнена теорія аналізу процесів холодного видавлювання. Вестник Национального технического университета Украины «КПИ». Машиностроение, вып. 44.–Киев. –2003. – С. 78-82
4. Огородников В.А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении. – К.: УМК ВО, 1989. – 152 с.

**УДК 664.8/9 – 52**

**Е.Н.Давиденко асп.**

**Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, г.Севастополь, Украина**

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ**

---

*У даній статті аналізується технологічного процес виробництва консервів з метою побудови ефективної системи управління.*

*In this article technological process of production of can foods is analysed with the purpose of construction of the effective control system.*

---

Построение максимально эффективной системы управления дискретного производства, невозможно представить без проведенного глубокого всестороннего анализа объекта управления. Анализ объекта управления позволяет объективно выявить участки системы, отвечающие за качество, и рассмотреть возможность автоматизации данных участков с целью увеличения объемов производства за счет

снижения брака, позволяет также выявить участки объекта управления наиболее склонные к поломкам и рассмотреть вопрос усиления контроля за ними, путем установки дополнительных устройств, что сможет привести к более оперативному выявлению неисправностей и позволит сократить до минимума временные простои оборудования, вызванные поломками.

Необходимо провести анализ технологического процесса, т. е. установить его характерные особенности; разработать блочно – модульную структуру; выяснить ключевые операции; определить перечень входных и выходных факторов, контролируемых управляющих параметров; определить скорости перемещения заготовок; определить количество брака на каждой из технологических операций; сравнить варианты организации контроля.

Рассмотрим технологический процесс производства консервов. Процесс начинается с доставки мороженого сырья в сырьевое отделение. С помощью электротележки рыба в паках подается к дефростеру, где картонные паки распаковывают, и блоки мороженой рыбы загружают в дефростер. После размораживания рыбу выгружают в ящики инвентарные, установленные на столах стечки, взвешивают на весах, и на тележке подвозят к рабочим местам, где рыба вручную с помощью приспособлений нанизывается на прутки. Далее прутки с нанизанной рыбой устанавливаются в контейнер коптильный и по подвесному пути загружаются в коптильные печи, где производится процесс горячего копчения рыбы. После копчения производится удаление голов на машине для стрижки голов.

Копченый полуфабрикат укладывается в противни, взвешивается, на весах противень с копченым полуфабрикатом устанавливают на тележку для противней и подают к рабочим местам конвейера укладочного.

Для временного хранения копченого полуфабриката перед укладкой в банки предусмотрена холодильная камера с температурой  $+2 \dots -2^{\circ}\text{C}$ .

Расфасовщицы укладывают копченый полуфабрикат в банки, со взвешиванием на весах. Банки с рыбой наполняют прокаленным растительным маслом в автомате дозировочно-наполнительном. Температура растительного масла  $75 \div 85^{\circ}\text{C}$ .

Закатывание производится на машине закаточной. Далее закатанные банки моют в моечной машине. С помощью аппарата для укладки банок в корзины для автоклавов производится заполнение автоклавных корзин, установленных на тележках.

Корзины загружают в автоклав горизонтальный, де производится процесс стерилизации и охлаждения консервов. После охлаждения банки разгружают из автоклавных корзин на аппарате для выемки банок из корзин для автоклавов. Далее банки моют и сушат в машине для мойки и сушки наполненных банок, укладывают в ящики и отправляют в фабрикатный цех на выдержку, товарное оформление и реализацию.

Вспомогательные производства:

#### 1. Подготовка масла

Масло из склада по маслопроводу подают в цех в расходные емкости, затем по мере необходимости насосом масло закачивают в баки, для прокаливания и в бак.

После прокаливания масло с температурой  $75\div 85$  °С самотеком из бака подается в автомат дозирочно-наполнительный.

В период расходования масла из одного бака, в другом производится его нагревание до требуемой температуры. Из бака масло самотеком подается в фаршемешалку.

## 2. Подготовка жестебанки.

Из склада жестебанки через отверстия в перекрытии подаются по течкам к конвейеру укладочному. На течках установлены шпарители для обработки банок острым паром.

Установлено следующее технологическое оборудование:

- Дефростер	Н 2 – ИТА – 112
- Линия нанизки на 26 рабочих мест	
- Двухтуннельная коптильная печь	СА 2 – 1
- Машина для стрижки голов	СУ – 1
- Конвейер укладочный	
- Автомат дозирочно-наполнительный	ДН 2 – 01 – 160 – 2
- Машина закаточная	БЧ-КЗК-79 А
- Машина для мытья наполненных банок	
- Аппарат для укладки банок в корзины для автоклавов	SC-K34W9
- Автоклав горизонтальный	NS 1300
- Аппарат для выемки банок из корзин для автоклавов	SC-K34W2
- Машина для мойки и сушки банок	КР-4

Данный производственный процесс является дискретным, многостадийным, нестационарным и характеризуется: количественно исчисляемой выходной продукцией; дискретностью технологических операций; дискретными параметрами (объемы запусков выпусков, хранимого на складе сырья); дискретностью информационных потоков, отображающих ход производства, формирование и передачу команд управления [1].

Рассмотрим ряд блочно – модульных структур технологического процесса с целью выделения в них ключевых операций и определения перечня входных и выходных факторов, контролируемых управляющих параметров для выбора наиболее оптимальной структуры технологического процесса по критериям оценки качества, таких как стоимость и производительность.

Проанализировав блочно – модульные структуры выделим следующие технологические узлы. Оборудование в этих технологических узлах оснащено датчиками, с помощью которых оператор будет контролировать качество выпускаемой продукции, а в случае отклонения от заданных параметров управлять, т. е. воздействовать на технологическое оборудование таким образом, чтобы оно находилось в требуемом состоянии.

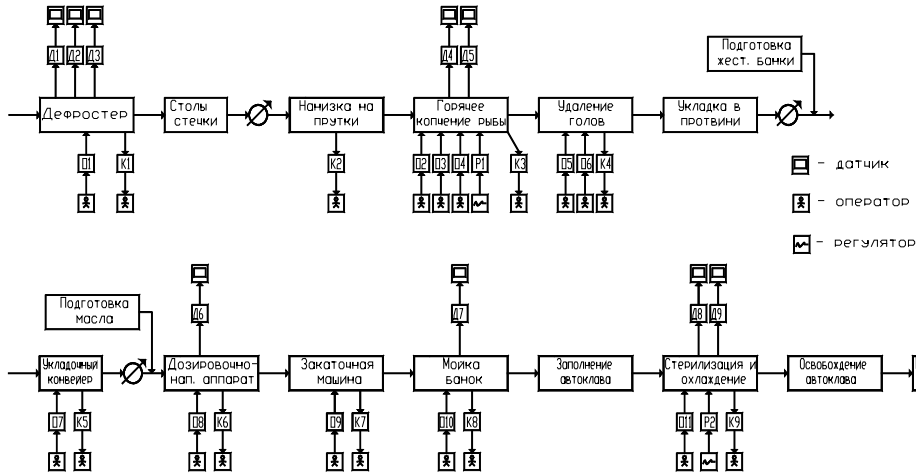


Рис. 1. Блочнo – модульная структура №1 технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле»

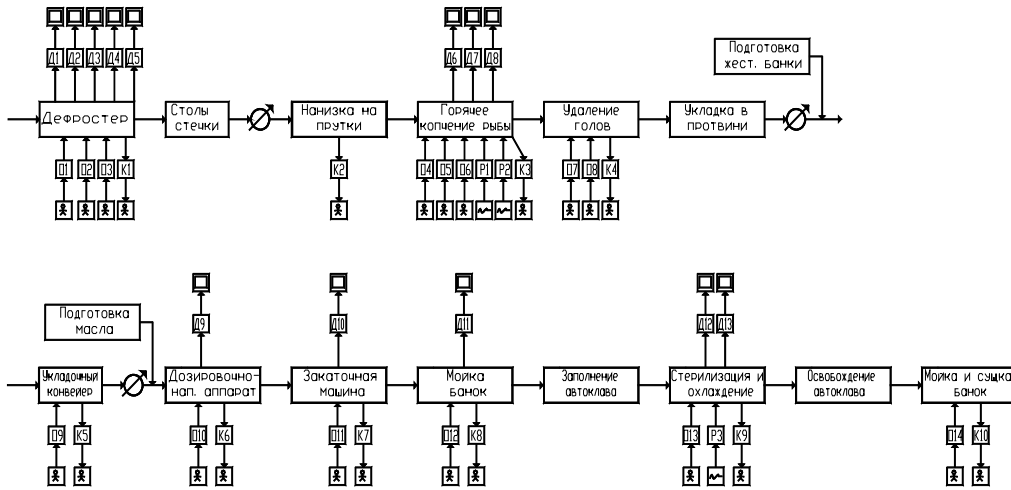


Рис. 2. Блочнo – модульная структура №2 технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле»

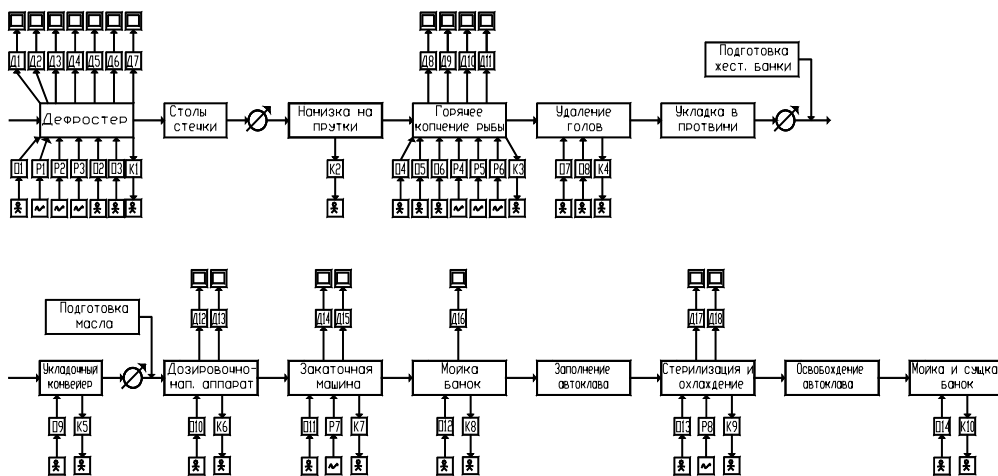


Рис. 3. Блочнo – модульная структура №3 технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле»

- размораживание рыбы (дефростер)
- нанизка рыбы на прутки;
- копчение рыбы;
- удаление голов рыбы;
- укладка рыбы в банки (укладочный конвейер)
- наполнение банок с рыбой маслом;
- закатывание банок;
- мойка банок;
- стерилизация банок;

Для контроля работы технологического процесса изображенного на рисунке 1 используют следующие контролирующие устройства: Д1 – давление пара контролируется манометром МТ160; Д2 – температура воды в ванне дефростера – термопреобразователи сопротивления ТСП0489; Д3 – температура горячей воды – термометр; Д4 – давление пара контролируется манометром МТ160; Д5 – температура копчения К8; Д6 – наличие масла в аппарате – датчик; Д7 – наличие жест. банки – датчик; Д8 – температура стерилизации – термopара; Д9 – температура охлаждения – термopара.

Для управления работой данного технологического процесса используются следующие источники информации: О1 – вкл/выкл дефростера; О2 – вкл/выкл подвесного пути; О3 – вкл/выкл коптильных печей; О4 - расход пара регулируется вентилем; Р1 – температура копчения регулируется терморегулятором; О5 – вкл/выкл конвейера; О6 – вкл/выкл машины для стрижке голов; О7 – вкл/ выкл укладочного конвера; О8 – вкл/выкл дозирочно – наполнительного аппарата; О9 – вкл/выкл закаточной машины; О10 – вкл/выкл моющей машины; О11 - вкл/выкл горизонтального автоклава; Р2 – температура стерилизации регулируется терморегулятором; О12 – вкл/выкл моюще – сушильной машины.

Показатели качества, т. е. количество бракованной продукции на различных технологических операциях технологического процесса изображенного на рисунке 1, следующие: К1=0,4%; К2=0,3%; К3=0,6%; К4=0,09%; К5=0,1%; К6=0,08%; К7=0,03%; К8=0,002%; К9=0,07%; К10=0,001%.

Проведем стоимостный анализ – С, ведем коэффициент  $n$  условных единиц и посчитаем количество бракованной продукции – К, считая, что, но вход технологического процесса поступает 1 единица объема – 100%.

$$C = n + 1.3n + 0.5n + 0.5n + n + 1.8n + 3n + +2.8n + 0.8n + 0.8n = 13.5n$$

$$K = 0,4\% + 0,3\% + 0,6\% + 0,09\% + 0,1\% + 0,08\% + 0,03\% + 0,002\% + 0,07\% + 0,001\% = 1,673\%$$

На рисунке 2 можно увидеть, что введены дополнительные контролирующие устройства такие как: Д4 - расход орошающей воды – крыльчатый счетчик СКБ40; Д5 – расход горячей воды - крыльчатый счетчик СКБ40; Д8 – температура подсушки – термopара К7; Д10 – наличие жест. банки – датчик; и дополнительные управляющие

устройства: O2 вентиль - регулирует расход горячей воды; O3 вентиль – регулирует расход орошающей воды; P2 – температура подсушки регулируется терморегулятором.

Соответственно С и К блочно – модульной структуры №2 будет равна:

$$C = n + 1.3n + 0.5n + 1.6n + 1.6n + 0.5n + n + 0.8n + 1.8n + 3n + 2.8n \\ + 0.8n + 0.8n + 2.8n = 20,3n$$

$$K = 0,3\% + 0,3\% + 0,5\% + 0,09\% + 0,1\% + 0,07\% + 0,02\% + 0,002\% \\ + 0,06\% + 0,001\% = 1,443\%$$

Для автоматизации удаленного съема показаний расхода холодной и горячей воды лучше использовать тахометрические счетчики. Они оснащаются встроенным (или накладным) импульсным выходом – герконом. Это устройство преобразует число оборотов рабочего колеса в электрический импульс, передающийся по проводам на счетчик импульсов, а затем – в диспетчерскую, которая удалена от прибора, следовательно, для дистанционного управления состоянием трубопровода используется регулятор. Его использование позволит сократить время регулирование аварийной ситуации, следовательно, время простоя оборудования, а значит повысить экономические показатели качества работы дефростера. Также для усиленного контроля данного технологического процесса целесообразно ввести еще некоторые дополнительные контролирующие и управляющие устройства. Таким образом, перечень входных и выходных факторов, контролируемых и управляющих параметров технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле» изображен на рисунке 3.

Для контроля работы технологического процесса используют следующие контролирующие устройства: Д1 – давление пара контролируется манометром МТ160; Д2 – температура орошающей воды – термopара типа ТХК; Д3 - расход орошающей воды – тахометрический счетчик; Д4 – расход горячей воды - тахометрический счетчик; Д5 – температура брикета мороженой рыбы – игольчатые термopары К1; Д6 – температура воды в ванне дефростера – термопреобразователи сопротивления ТСП0489; Д7 – температура горячей воды – термометр; Д8 – давление пара контролируется манометром МТ160; Д9 – температура подсушки – термopара К7; Д10 – температура проваривания – термopара К7; Д11 – температура копчения К8; Д12 – наличие масла в аппарате – датчик; Д13 – температура масла – термopара К4.1; Д14 – наличие жест. банки – датчик; Д15 – вакуум – датчик; Д16 – наличие жест. банки – датчик; Д17 – температура стерилизации – термopара К4; Д18 – температура охлаждения – термopара К4.

Для управления работой технологического процесса используются: O1 вентиль – регулирует расход пара; P1 – терморегулятор; P2 регулятор - регулирует расход горячей воды; P3 регулятор – регулирует расход орошающей воды; O2 – оператор регулирует температуру воды в ванне дефростера; O3 – вкл/выкл дефростера. O4 – вкл/выкл подвесного пути; O5 – вкл/выкл коптильных печей; O6 - расход пара регулируется вентилем; P4 – температура подсушки регулируется терморегулятором; P5 – температура проваривания

регулируется терморегулятором; Р6 – температура копчения регулируется терморегулятором; О7 – вкл/выкл конвейера; О8 – вкл/выкл машины для стрижке голов; О9 – вкл/выкл укладочного конвейера; О10 – вкл/выкл дозирочно - наполнительного аппарата; О11 – вкл/выкл закаточной машины; Р7 – регулирование количества отсасываемого воздуха осуществляется регулятором; О12 – вкл/выкл моечной машины; О13 – вкл/выкл горизонтального автоклава; Р8 – температура стерилизации регулируется терморегулятором; О14 – вкл/выкл моечной машины.

Дополнительные сведения о технологических операциях занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Дополнительные сведения о технологических операциях

Технологическая операция	Время операции, мин	Количество брака, %
Размораживание рыбы (дефростер)	60	0,2
Столы стечки	15	-
Контроль веса	5	-
Нанизка рыбы на прутки	40	0,3
Копчение рыбы	60	0,3
Удаление голов рыбы	10	0,09
Укладка в протвину	15	-
Контроль веса	5	-
Укладка рыбы в банки (укладочный конвеер)	20	0,1
Наполнение банок с рыбой маслом	20	0,05

Продолжение табл. 1

Закатывание банок	15	0,01
Мойка банок	10	0,002
Заполнение корзин для автоклава	5	-
Стерилизация банок и охлаждение	50	0,05
Освобождение автоклава	5	-
Мойка и сушка	10	0,001

Соответственно С и К блочно – модульной структуры №3 будет равна:

$$C = n + 0.8n + 3.5n + 3.5n + 0.9n + 1.3n + 0.5n + 0.5n + n + 0.9n + 0.9n + 1.8n + 3n + 2.8n + 2.8n + 3.2n + 2.8n + 0.8n + 0.8n = 27n$$

$$K = 0,2\% + 0,3\% + 0,3\% + 0,09\% + 0,1\% + 0,05\% + 0,01\% + 0,002\% + 0,05\% + 0,001\% = 1,103\%$$

В результате проведенного анализа были установлены характерные особенности технологического процесса дискретного производства. Разработана блочно – модульная структура, которая позволяет: выяснить ключевые операции, вносящие наибольший вклад в качество выпускаемой продукции; определен перечень входных и выходных факторов, контролируемых управляющих параметров. Также определены скорости перемещения заготовок, т. е. время, затраченное на каждую технологическую операцию. Самая низкая скорость перемещения заготовок оказалась у технологической

операции: горячее копчение рыбы, т.е. эта операция, является “узким местом”, тормозящим работу других элементов, а самая высокая скорость перемещения заготовок у операции контроль веса [2]. Чтобы увеличить производительность на участке горячего копчения рыбы можно поставить дополнительную печь, но это будет экономически не оправданно. Определение количество брака – К на каждой из технологических операций, показали, что наиболее высокий процент брака на технологической операции нанизка рыбы на прутки и горячее копчение, а наиболее низкий – стерилизация и охлаждение консервов, а также мойка и сушка банок.

Приведена сравнительная характеристика организации контроля технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле», которая показала, что данные структуры имеют разную стоимость: третья структура дороже первых двух, но с другой стороны они имеют разную информативность: третья структура гораздо лучше контролируется и управляется, что позволяет снизить количество аварийных ситуаций, т. е. увеличить показатели качества, путем снижения бракованной продукции – К, а значит увеличить производительность линии. Т. о. третья структура наиболее оптимизирована и может служить основой для построения системы управления.

#### Список литературы

1. Справочник проектировщика АСУТП. Под. ред. Смилянского Т.Л. – М.: Машиностроение, 1983. – 530 с.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 420 с.

УДК 621.91.02

В.І.Солодкий доц., П.Я.Фандич студ.

НТУ України „Київський політехнічний інститут” м.Київ, Україна

### ЗРІЗАННЯ ПРИПУСКУ ПРИ ФОРМОУТВОРЕННІ КОНІЧНОЇ ГВИНТОВОЇ ПОВЕРХНІ ДИСКОВИМ ІНСТРУМЕНТОМ

---

*Рассмотрены вопросы формообразования конических винтовых поверхностей, а так же математические методы определения толщины среза при обработке винтовой конической канавки дисковым инструментом.*

*The researches of formation of conic screw surfaces, and as mathematical methods of the definition of a thickness of a deleted material are carried out at handling a screw conic groove by the disk tool.*

---

**Постановка проблеми.** При формоутворенні гвинтових поверхонь дисковим фасонним інструментом, його різальні елементи мають нерівномірну завантаженість, особливо при глибинному шліфуванні, наприклад, стружкових канавок конічних фрез.

В результаті нерівномірного завантаження різальних елементів інструмента, його окремі ділянки інтенсивно зношуються в той час, як сусідні до них ділянки можуть майже не зазнавати зменшення своїх експлуатаційних властивостей. Це призводить до