

АВТОМАТИЧНА БЛОКІРОВКА ПОДАЧІ ВИРОБІВ І ОБГОРТКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У ЗАГОРТКОВИХ АВТОМАТАХ

В. Й. Луцик, Н. І. Король, Б. М. Гончаренко, Київський технологічний інститут харчової промисловості

В автоматах для загортання штучних кондитерських виробів (наприклад глазурованих цукерок) застосовують живильник, схема якого подана на рис. 1. Під час роботи стрічковий транспортер 1 подає виріб 2 з міжмашинного

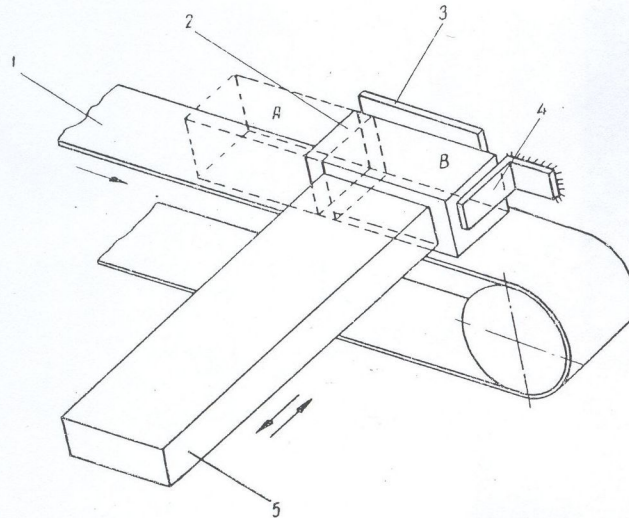


Рис. 1. Схема однострічкового живильника автомата ЗКЦА.

роздавального транспортера до упора у бокову грань штовхача 5, який здійснює зворотно-поступальний рух (позицію вистоявання ви-

робу перед штовхачем показано на рис. 1 пунктиром і позначено буквою А). В граничному положенні зворотного ходу штовхач 5 має вистоявання, під час якого виріб 2 подається з позиції А в циклову позицію В (до упора 4). Потім рухомий борт 3 спускається і штовхач 5 переміщує виріб у робочі органи (наприклад у загортковий ротор) автомата.

Щоб запобігти поломкам виробів, які несвоєчасно надходять, і засміченню механізмів зайвими комплектами обгортки, загорткові автомати забезпечуються автоматичною блокіровкою руху борта 3, штовхача 5 і подачі обгорткових матеріалів.

На рис. 2 подано електричну схему автоблокіровки автомата ЗКЦА, призначеного для загортання глазурованих цукерок [1].

У цьому автоматі датчик наявності виробу ДНВ виконано у вигляді шарнірно прикріпленого щупа, зв'язаного з контактною системою. Синхронізація роботи автоблокіровки з циклом автомата здійснюється синхронізатором, що приводиться від циклового вала: контакти С1 синхронізатора замкнуті, а С2 розімкнуті в межах визначеного циклового кута. Якщо при цьому черговий виріб знаходиться під щупом ДНВ, то його контакти розімкнуті і котушка реле Р обезструмлена. При відсутності виробу контакти ДНВ замикаються, реле Р спрацьовує, стає на самоблокування (через Р1) і замикає контактами Р2 і Р3 ланцюг електромагнітів БПО і БПІ, що приводять, відповідно,

механізми блокування подачі обгорткових матеріалів та виробів. При розчепленні електромагнітом БПО муфти подачі обгорткових матеріалів її кінцевий вимикач МБПО замикає свої контакти.

Черговий виріб піднімає шуп ДНВ і розмикає його контакти, проте котушка реле Р

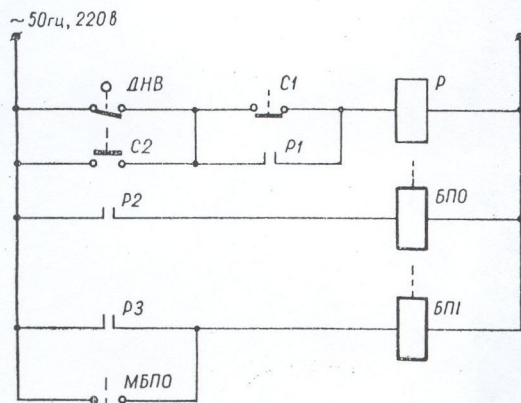


Рис. 2. Принципіальна схема автоблокування автомата ЗКЦА.

обезструмлюється лише після розмикання контактів С2 синхронізатора. В результаті контакти Р1 деблокують реле, а контакти Р2 обезструмлюють електромагніт БПО, тобто деблокують подачу обгорткових матеріалів. Деблокування подачі виробу відбувається лише після зчеплення муфти подачі обгорткових матеріалів і розмикання контактів МБПО. Зазначена черговість необхідна для запобігання подачі виробу без відповідного комплексу обгорткових матеріалів.

Час спрацювання $t_{аб}$ або повертання $t_{дб}$ автоблокування визначається сумою часу спрацювання або, відповідно, повертання її послідовно діючих елементів. Для наведеної схеми $t_{аб}$ дорівнює сумі часу спрацювання ДНВ, Р і одного з електромагнітів (БПО або БПИ), що має більший час спрацювання, а $t_{дб}$ — сумі часу повертання ДНВ, Р, БПО, МБПО і БПИ.

Теоретична продуктивність загорткового автомата, обладнаного стрічковим живильником, взагалі залежить від часу роботи автоблокування t_a (мається на увазі, що $t_a \geq t_{аб}$ і $t_a \geq t_{дб}$) і може бути визначена за формулою [2]

$$Q_T = \frac{60p}{t_a + t_n}$$

де $p = \frac{\varphi_3}{360}$ — відносна тривалість завантаження;

φ_3 — кут, що відводиться в 360° циклу на подачу виробу з позиції А в позицію В (рис. 1) і роботу автоблокування; t_n — час подавання виробу з позиції А в позицію В.

Якщо подача виробу і робота автоблокування суміщені в часі, то, при умові, що $t_n < t_a$, теоретична продуктивність може бути визначена за формулою

$$Q_T = \frac{60p}{t_a}$$

Наведені формули дають можливість зробити висновок, що електромеханічні системи автоблокування, які мають значний час t_a , обмежують можливе зростання продуктивності загорткових автоматів з стрічковим живильником. Так, за даними роботи [3] для нормальних електромагнітних елементів час спрацювання та час відпускання лежить у межах $0,05 \div 0,15$ сек.

За даними досліджень Київського технологічного інституту харчової промисловості, проведеними на кафедрі автоматизації процесів харчових виробництв, час спрацювання автоблокування автомата ЗКЦА в умовах експлуатації може досягти $t_{аб} = 0,087$ сек і відпускання $t_{дб} = 0,121$ сек, причому понад 30% цього часу припадає на контактний датчик ДНВ і реле Р.

Для підвищення продуктивності загорткових автоматів (для штучних виробів) на кафедрі розроблено швидкодіючий, безконтактний пристрій для автоматичного блокування подачі виробу і обгорткових матеріалів¹.

На рис. 3 подано структурну, а на рис. 5 принципіальну схему його електричної частини.

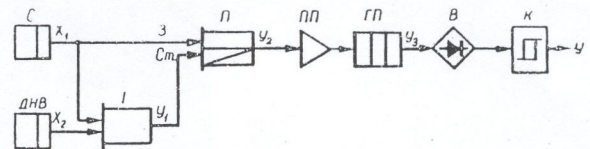


Рис. 3. Структурна схема безконтактного пристрою блокування.

У схемі розробленого пристрою, побудованій цілком на безконтактних напівпровідникових елементах дискретної дії, сигнал X_1 з ви-

¹ Відповідальний виконавець роботи В. І. Луцк.

ходу синхронізатора C і X_2 з виходу датчика наявності виробу ДНВ надходить на вхід логічного елемента І (схема збігу або «кон'юнкція»), вихід якого Y_1 з'єднаний з стираючим входом «Ст.» логічного елемента ПАМ'ЯТЬ

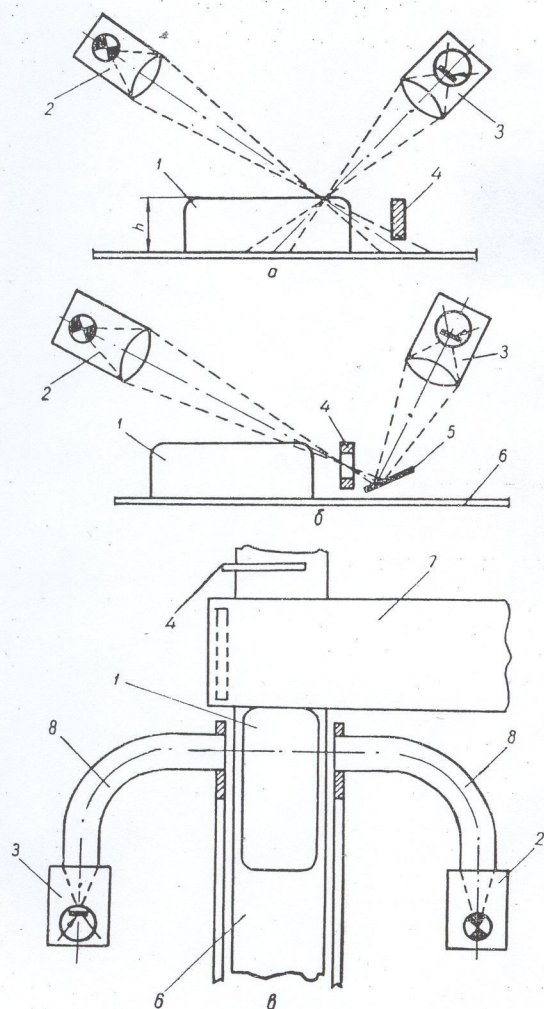


Рис. 4. Схема вирішення пристрою датчиків наявності виробу.

(П), на записуючий вхід «З.» останнього подається сигнал X_1 .

З виходу елемента ПАМ'ЯТЬ сигнал постійного струму Y_2 надходить (через підсилювач потужності ПП) на елемент ГП призначений для гальванічного поділу низьковольтної схеми керування і вихідних ланцюгів, що живляться від силової мережі змінного струму. Сигнал змінного струму Y_3 , що утворюється на виході елемента ГП, через випрямляч В

надходить до ланцюга керування безконтактного тиристорного ключа К., що керує електромагнітами приводу механізмів автоблокування.

Сигнали Y_2 , Y_3 і керуюче діяння U на виході схеми виникають лише при наявності сигналу X_1 і відсутності сигналу X_2 , тобто відсутності виробу на позиції контролю. При $X_1=1$ і $X_2=1$ (наявність виробу) на вхід «Ст.» елемента ПАМ'ЯТЬ подається сигнал $Y_1=1$ і, отже, сигнали Y_2 , Y_3 та керуюче діяння U починають дорівнювати нулеві.

Логічна програма розробленої схеми показана в таблиці. Вона відповідає програмі контактної схеми (рис. 2), за винятком послідовного відпускання електромагнітів, в чому, як показали експериментальні дослідження, при правильному регулюванні механізмів автоблокування немає необхідності.

Таблиця

Характеристика режимів роботи	Сигнали			Результативне значення U
	X_1	X_2	Y_2, Y_3 у попередньому стані	
Відсутність або поява виробу на позиції контролю	0	0	0	0
при відсутності сигналу синхронізатора X_1 не приводить до зміни попереднього стану автоблокування	0	0	1	1
	0	1	0	0
	0	1	1	1
При відсутності виробу в позиції контролю ($X_2=0$) і появи сигналу X_1 від синхронізатора блокування спрацьовує або залишається в заблокованому стані	1	0	0	1
	1	0	1	1
При наявності виробу в позиції контролю ($X_2=1$) і появи сигналу X_1 від синхронізатора блокування не спрацьовує або деблокується	1	1	0	0
	1	1	1	0

Датчик наявності виробу ДНВ в розробленому пристрої має освітлювач 2 (рис. 4, а), що проєктує на поверхню виробу 1 яскраву світлову пляму, і фоточутливий елемент 3, який сприймає відбитий від виробу світловий потік. Як фоточутливий елемент застосовано германійовий дифузійний фототріод типу ФТГ-2, що має високу чутливість (понад 5000 а/лм), малу інерційність ($T=10^{-5}$ сек) і велику довговічність не менше 10000 год. Ці фототріоди придатні для роботи в умовах вібрацій, що має істотне значення при експлуатації датчика на швидкісних автоматах.

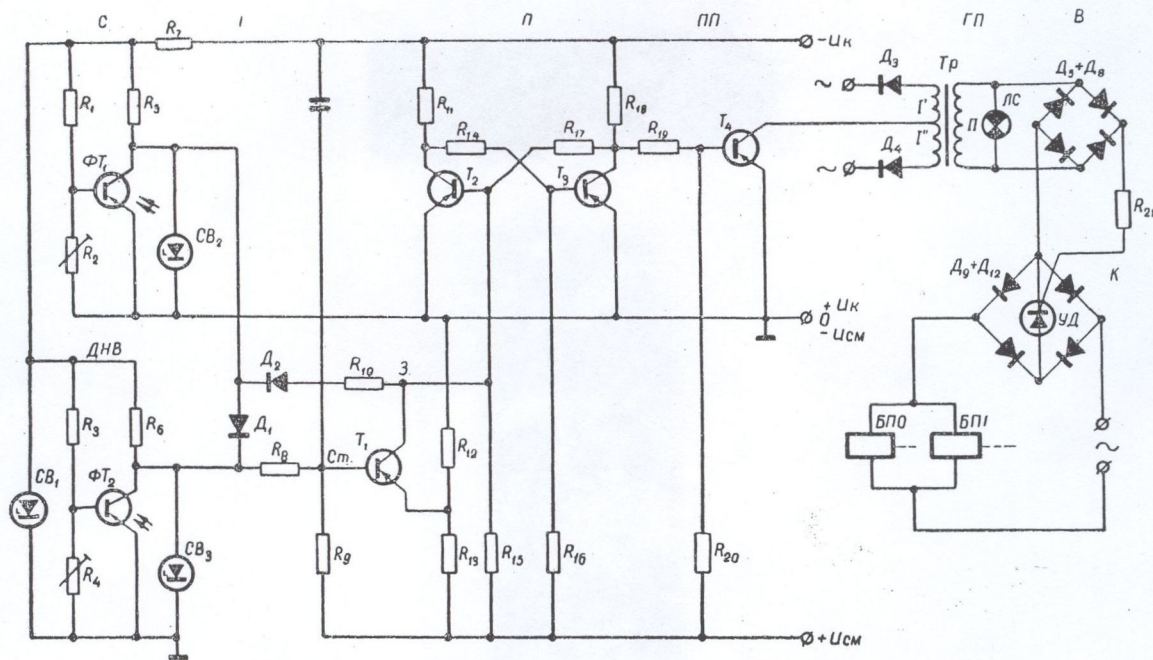


Рис. 5. Принципіальна елементна схема безконтактного пристрою блокування.

При великій різниці виробів на висоті (h) упор 4 виготовляють у вигляді вилки (рис. 4, б), фотодатчик 3 сприймає світловий потік, відбитий від нерухомої пластинки 5. Для пропускання крихт, смітинок і т. п. упор 4 і пластинка 5 трохи підняті над стрічкою живильника.

В автоматах з контролем наявності виробу в позиції вистоявання виробу перед штовхачем 7 (рис. 4, в) застосовують датчик з світлопроводом 8, що має розрив для пропускання виробу, або датчик за схемою, поданою на рис. 4, а.

Синхронізатор складається з освітлювача, маски, прикріпленої на цикловому валу автомата, і фоточутливого елемента. Для уніфікації в схемі синхронізатора використано фототріод ФТГ-2, проте в ньому з успіхом можуть бути застосовані і менш чутливі елементи (наприклад фотодіоди). Як синхронізатор можна також використати ферит-транзисторний безконтактний датчик [4]. В такому випадку необхідність в освітлювачі відпадає.

Електричні схеми синхронізатора С і датчика ДНВ однакові (рис. 5) і мають фототріоди ФТ₁ і ФТ₂, подільники напруги зміщення R_1, R_2 і R_3, R_4 ; колекторні навантаження R_5 і R_6 . Ланцюги фототріодів живляться на-

прягою, що стабілізується ланцюжком, який складається з кремнієвого стабілітрона СВ₁ і резистора R_7 . Під час роботи в широкому інтервалі температур навколишнього середовища додаткова температурна стабілізація може здійснюватися за допомогою включення в ланцюг подільника напруги зміщення або в ланцюг емітера відповідно підбраного термоопору. Стабілітрони СВ₂ і СВ₃ обмежують напругу на колекторах фототріодів, захищаючи їх від випадкових перенапружень і стабілізуючи амплітуду сигналу.

Напруги зміщення на базах фототріодів підбираються за допомогою резисторів R_2 і R_4 такими, щоб одержати ключевий режим роботи, який характеризується високою стабільністю і надійністю.

При затемненому фототріоді його колекторний струм дуже малий (фототріод замкнутий) і напруга на колекторі (що прагне до напруги U_k джерела живлення) обмежується напругою стабілізації шунтуючого стабілітрона. Освітлення фототріода викликає зростання колекторного струму, збільшення спаду напруги на колекторному навантаженні і, відповідно, зменшення напруги на колекторі. При правильно підбраному зміщенні, напруга на колекторі вже при малих (наприклад відбитих від виробу) світлових потоках не пе-

ревищує 0,9 в. При відносно великих світлових потоках (наприклад під час роботи фотодатчика за принципом «світлового бар'єра») фототріод відмикається повністю і спад напруги в цьому не перевищує 0,2 в.

Схема ДНВ випробовувалася як при роботі на відбитому від виробу (цукерки) світловому потоці (рис. 4, а), так і при роботі на світловому потоці, відбитому від допоміжної поверхні (рис. 4, б). У першому випадку вихідний сигнал, при використанні в освітлювачі лампи потужністю 7,5 вт, становив не менше 3 в. У другому, навіть при лампі потужністю всього 1,8 вт, — близько 8 в. При значному забрудненні відбивної пластинки 5 (рис. 4, б), яка під час експериментів спеціально покривалась шаром пилу, вихідний сигнал також становив не менше 3 в.

Необхідно відзначити, що під час роботи ДНВ за схемою, поданою на рис. 4, б вихідний сигнал буде в протифазі в порівнянні з роботою за схемою 4, а. Для правильної роботи схеми навантажувальний резистор R_6 , з якого знімається сигнал, повинен бути перенесений в ланцюг емітера фототріода ΦT_2 або між останнім і схемою I повинен бути включений елемент НЕ («інверсія»).

Схема збігу I виконана на одному діоді D_1 . При відсутності сигналу X_1 від синхронізатора С цей діод відімкнутий і колектор фототріода ΦT_2 з'єднаний через відімкнутий фототріод ΦT_1 з шасі, тобто, сигнал X_2 , що знімається з ДНВ, дорівнює 0 (незалежно від наявності виробу). При наявності сигналу X_1 від синхронізатора С діод D_1 замикається і сигнал X_2 від ДНВ дістає можливість пройти через обмежувальний резистор R_8 на вхід «Ст.» елемента ПАМ'ЯТЬ. Сигнал X_1 проходить через розв'язувальний діод D_2 і обмежувальний резистор R_{10} на записуючий вхід «З.» цього елемента, незалежно від наявності сигналу X_2 .

Логічний елемент ПАМ'ЯТЬ являє собою симетричний тригер (T_2 і T_3), доповнений виготовленим на транзисторі T_1 ключем, за допомогою якого на базу транзистора T_2 може бути поданий замикаючий позитивний потенціал [5].

Призначення елементів схеми ПАМ'ЯТЬ таке: R_9 , R_{15} і R_{16} — обмежувальні резистори в ланцюгу зміщення; R_{11} і R_{18} — резистори колекторних навантажень тригера; R_{14} і R_{17} — резистори зворотного зв'язку; R_{12} і R_{13} — подільник, що визначає потенціал емітера транзистора T_1 ; С — ємність, що запам'ятовує на-

прямок розвитку процесу при короткочасних сигналах.

Під час подачі сигналу X_1 на записуючий вхід «З.», з'єднаний з базою транзистора T_2 , останній відмикається і переходить в режим насичення, а транзистор T_3 замикається і переходить в режим відсікання, що відповідає наявності сигналу Y_2 на виході тригера і, відповідно, керуючого діяння Y на виході схеми.

Подачі сигналу Y_1 на стираючий вхід «Ст.», з'єднаний з базою транзистора T_1 , відповідає відмикання цього транзистора і подача на базу транзистора T_2 позитивного потенціалу, що перекидає тригер і знімає вихідний сигнал.

Резистори R_{12} , R_{13} , R_{15} і R_{18} підбираються таким чином, щоб входи до схеми ПАМ'ЯТЬ були нерівнозначні. При одночасній подачі сигналів на записуючий і стираючий входи переважає останній і тригер стає у вихідне положення, для якого сигнал на виході дорівнює 0.

До виходу схеми ПАМ'ЯТЬ через обмежувальний резистор R_{19} приєднується транзистор T_4 , на базу якого, через резистор R_{20} , подається замикаюча позитивна напруга зміщення. Транзистор T_4 працює у ключовому режимі і виконує роль підсилювача потужності. При наявності вхідного сигналу цей транзистор відмикається і по ньому проходить пульсуючий струм, що обтікає первинну обмотку трансформатора T_p , який гальванічно розділяє ланцюги керування і вихідні ланцюги схеми.

Первинна обмотка цього трансформатора живиться змінним струмом від джерела, середня точка якого з'єднана із загальним проводом схеми ($+U_k$, 0, $-U_{cm}$). Завдяки діодам D_3 , D_4 струм по черзі обтікає половини обмотки I, збуджуючи в осерді трансформатора змінний магнітний потік, що індукуює у вторинній обмотці змінну електрорушійну силу. Напруга з цієї обмотки випрямляється діодами $D_5 \div D_8$ і через обмежувальний резистор R_{21} подається в ланцюг керування ключа К. На виході трансформатора T_p може бути також включена лампочка ЛС, що сигналізує про спрацювання автоблокування.

Ключ змінного струму К, що має діоди $D_9 \div D_{12}$ і керуючий венти́ль (тиристор) УД, ввімкнутий послідовно з обмотками електромагнітів БПО і БПІ, що приводять механізми автоблокування.

Істотною перевагою застосованої схеми ключа є можливість керування ланцюгом змінного струму за допомогою одного тиристора (а значить і однієї схеми керування). Крім того,

в цій схемі можуть бути використані тиристори з низькою зворотною напругою, бо струм через тиристор в обидва напівперіоди проходить в одному напрямі.

При розрахунку елементів схеми за методом граничних значень параметрів [6], при якому береться до уваги, що всі опори, напруги, параметри транзисторів, прямі і зворотні опори діодів одночасно мають максимально допустимі відхилення номіналів, які намагаються порушити правильну роботу схеми, стабільність останньої виходить дуже високою. Так, описана схема при використанні транзисторів П13, П14, П16 і П20 з різними коефіцієнтами підсилення і резисторів з відхиленнями номіналів у межах $\pm 20\%$, надійно відпрацьовувала програму при зміні напруги живлення в межах $\pm 90\%$. Випробовування цієї схеми як у лабораторних, так і в напіввиробничих умовах (на загортковому автоматі ЗКЦА в експериментально-складальному цеху заводу Київпродмаш) дали добрі результати.

Час спрацьовування автоблокування вдалося скоротити до 0,06 сек, а при номінальній напрузі живлення електромагнітів і добре відрегульованих механізмах автоблокування (що забезпечують хід якоря електромагнітів порядку $5 \div 7$ мм) навіть до 0,023 сек, тобто на $30 \div 70\%$ в порівнянні з схемою, поданою на рис. 2. При цьому час спрацьовування визначається, в основному, часом спрацьовування електромагнітів БПО і БПІ (оскільки час спрацьовування власне схеми керування становить всього близько 0,003 сек) і, отже, при використанні спеціальних швидкодіючих електромагнітів може бути ще зменшений.

Висновки

1. Електромеханічні системи автоблокування, які мають значний час спрацьовування,

обмежують можливе зростання продуктивності загорткових автоматів, в яких вони використовуються.

2. Застосування описаної вище швидкодіючої безконтактної схеми керування автоблокуванням дає можливість набагато скоротити час спрацьовування останньої.

3. Розроблена схема може бути виконана на серійних логічних і функціональних елементах, що полегшує впровадження її у промисловість.

4. Застосування безконтактної схеми керування автоблокуванням дає можливість також підвищити надійність її в роботі.

5. Розглянута в статті швидкодіюча безконтактна схема керування автоматичною блокуванням подачі виробу і загорткових матеріалів може застосовуватися в пакувальних і загорткових автоматах для штучних виробів як у кондитерській, так і в інших галузях промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цейтлин Г. Е., Гнатовский А. Ф. Автомат ЗКЦА для заправки глазированных конфет «Оборудование для пищевой промышленности». Научно-технический реферативный сб. Вып. 4, НИИМАШ, М., 1964.
2. Бройдо Б. Е., Рафаньский Ф. Г., Сухой Л. А. Вопросы многопоточного питания штучными кондитерскими изделиями заверточных автоматов высокой производительности. «Пищевая промышленность». Сб. статей. Вып. 4. «Техника», К., 1966.
3. Юревич Е. И. Электромагнитные устройства автоматики. «Энергия», М.—Л., 1964.
4. Ивенский Ю. Н., Лейман А. А., Готовский А. С. Бесконтактные входные элементы для схем автоматического управления. М., 1964.
5. Нейштадт, Свирский Ю. К. Система логических элементов для автоматизации промышленных объектов. ГОСИНТИ, М., 1964.
6. Прессман А. И. Расчет и проектирование схем на полупроводниковых приборах для цифровых вычислительных машин. Л.—М., 1963.

