

добавление цитратов металлов цинка и магния в субстрат независимо от стадии внесения обеспечило лучшие химико-технологические показатели бражки, по сравнению с контрольным образцом. При этом количество синтезируемого спирта в бражке выросла на 0,9–1,5%. Подтверждением этого является снижение содержания в бражке нерастворенного крахмала на 10–35% и сбраживаемых углеводов на 12–25% по сравнению с контролем.

Таким образом, экспериментально установлено и теоретически подтверждено положительное влияние цитратов металлов на гидролиз составляющих сырья и дрожжегенерирования в процессе биоконверсии суслу. Установлено, что наиболее положительное влияние на биосинтетические свойства дрожжей имеет магний и цинк. При их использовании синтез дрожжевых клеток возрастает в среднем в 1,2–2 раза в сравнении с контролем, а содержание спирта в 0,9–1,5%. Рекомендуемая концентрация цитратов металлов составляет 35 мг/см<sup>3</sup>.

### Список использованной литературы

1. Исламмагомедова, Э.А. Влияние условий культивирования на содержание минеральных веществ и некоторые биотехнологические свойства дрожжей Y-503 / Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова, С.Ц. Котенко, С.А. Магадова // Хранение и переработка сельхозсырья . – 2010. – №10. С. 48–50
  2. Халилова, Э.А., Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц. Элементарный состав штамма *S. cerevisiae* Y-503, культивируемого на различных питательных средах // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2011. №4. – С. 19–20
  3. Олийничук, С.Т. Влияние ионов металлов на активность концентрированных ферментных препаратов / Олийничук С.Т., Ткаченко Л.В., Процан Н.В., Козаченко С.В. // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – №2. С. 80–86.
- Федюшкина, И. Л. Интенсификация процессов сбраживания суслу путем активации спиртовых дрожжей [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07 / И. Л. Федюшкина. – Кемерово, 2005. – 16 с. : ил. – Библиогр.: с. 16.

УДК 621.798.3:004.4 (043.3)

**Кривопляс-Володина Л.А., кандидат технических наук, доцент,  
Гавва А.Н., доктор технических наук, профессор  
Токарчук С.В., кандидат технических наук, доцент,  
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина**

## СИНТЕЗ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЯХ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН

Вертикальные упаковочные машины-автоматы, работающие с одного рулона, применяются обычно для мелкопорционного упаковывания сыпучей, жидкой, пастообразной и мелкоштучной продукции в трехшовные пакеты, изготавливаемые из различных термосвариваемых или термосклеиваемых пленочных материалов, а также фильтробумаги, ламинированной полиэтиленом, бумаги и алюминиевой фольги. Техническая производительность таких машин-автоматов достигает 200 циклов в минуту, а фактическая производительность зависит от физических свойств упаковываемой продукции, применяемого упаковочного материала, величины дозы продукции. В зависимости от свойств упаковываемой продукции, производительности – машина может оснащаться различными устройствами управления и контроля. Так в функциональном модуле разматывания рулона осуществляется контроль и управление за натяжением упаковочного материала посредством системы валков.

Для построения гибкой системы автоматического слежения за процессом разматывания упаковочного материала, рассмотрим возможность применения пропорционального регулятора давления MX PRO в модуле автоматического управления ; валкового устройства регулирующего усилие натяжения пленки упаковочного материала при его разматывании.

В таких модулях (рисунок 1) важной задачей при эксплуатации систем автоматического регулирования (САР) давления газа является обеспечение требуемого динамического качества и, прежде всего, отсутствия автоколебательных процессов, снижающих срок службы систем и точность измерения расхода газа [1]. В научной литературе внимание уделено изучению факторов, влияющих на динамические процессы [2, 3]. К хорошо изученным факторам относится и сила сухого трения в регуляторе [4], когда она рассматривается в первом приближении как релейная характеристика. Однако в практике часто наблюдаются случаи, когда сила трения покоя в модели сухого трения соизмерима с силой трения при движении элемента регулятора. Поэтому возникла необходимость в изучении влияния сил трения целом.

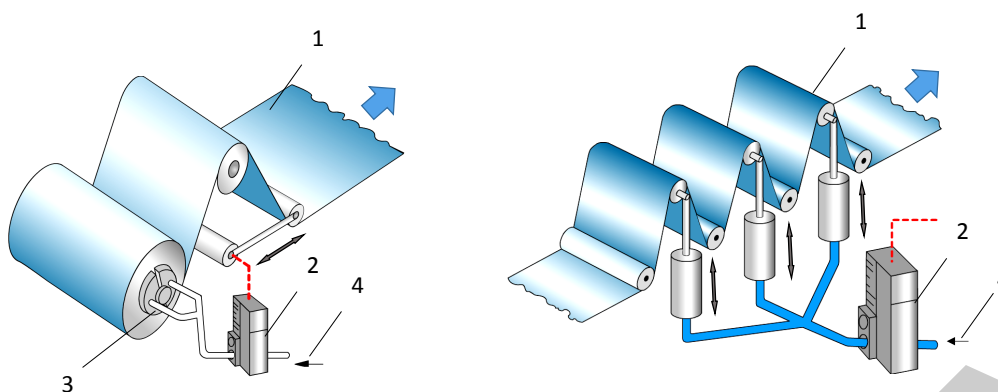


Рисунок 1 – Схема управления подачи материала в однорулонном упаковочном машине-автомате:

- а) управление торможением и одним направляющим роликом;
- б) управление тремя направляющими роликами. 1 – упаковочный материал;
- 2 – пропорциональный регулятор давления; 3 – пневматический тормоз; 4 – сжатый воздух

**Постановка задачи.** Целью данной работы является исследование и разработка математической модели работы пропорционального регулятора давления сжатого воздуха, в которой учтена возможность отрыва элементов подвижной системы друг от друга при движении между упорами (пневмоцилиндрами) направляющих роликов. Регулятор давления газа предназначен для поддержания постоянного давления на входе в систему управления направляющими и поддерживающими роликами.

**Математическая модель** регулятора давления построена для его рабочего положения (рисунок 2). При выводе системы уравнений приняты следующие допущения: рабочее тело – идеальный газ; теплообмен между газом и стенками регулятора отсутствует; температура газа по проточной части остается постоянной; переходные процессы течения газа в дросселях квазистационарны.

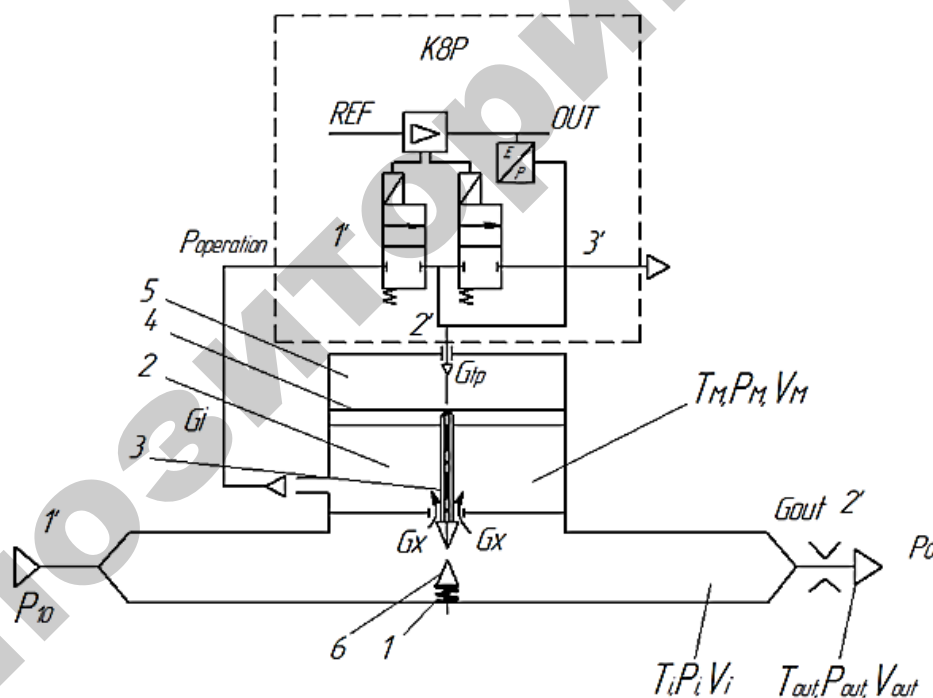


Рисунок 2 – Обобщенная расчетная схема регулятора давления с учетом присоединенных магистралей

На рисунке 2 пневматическая система с электропропорциональным регулятором серии К8Р, состоящая из полого штока 3, соединенного с мембраной 4 и поршнем массой  $m$ , а также поршня 6 закреплённого на упругой связи посредством штока и газовой пружины 1 с жёсткостью  $C1$ . Камера 2, даёт возможность поддерживать установленное давление на магистральном канале  $1' - 2'$  и поддерживать сигнал по давлению для канала обратной связи с системой управляющих 2/2 клапанов К8Р по давлению. Давление в камере 5 позволяет управлять мембраной 4 и устанавливать желаемое давление на выходе из регулятора. Канал  $3'$  – является каналом выхлопа при сбросе воздух. Поршень 3 и мембрана находятся под действием командного давления  $P_{operfion}$  от управляющих клапанов К8Р – задатчика.

Рассмотрена обобщенная расчетная схема регулятора давления с учетом присоединенных магистралей, поддерживающего постоянным давление за собой, составленная на примере пропорциональных регуляторов давления MX-PRO CAMOZZI. В ходе исследований рассмотрен пропорциональный регулятор давления на базе серии MX, в котором вместо рукоятки с пружиной установлен пропорциональный регулятор давления K8P, регулирующий давление управления в пилотной камере. Данный регулятор имеет два исполнения по диапазонам регулировки давления:  $0,15 \div 3 \text{ bar}$ ;  $0,5 \div 10 \text{ bar}$ . Расход на наполнение: до 12000 Нл/мин. Расход на сброс: до 80 Нл/мин. Напряжение питания:  $19 \div 28 \text{ V DC}$ . Рабочая температура:  $0 \div 50^\circ \text{ C}$ .

Методикой проведения эксперимента предусмотрено осуществление контроля рабочего давления в заданных интервалах при помощи регулятора давления. Результаты экспериментальных исследований анализировались в виде аналитических моделей построенных с учетом обобщенного уравнения сохранения энергии.

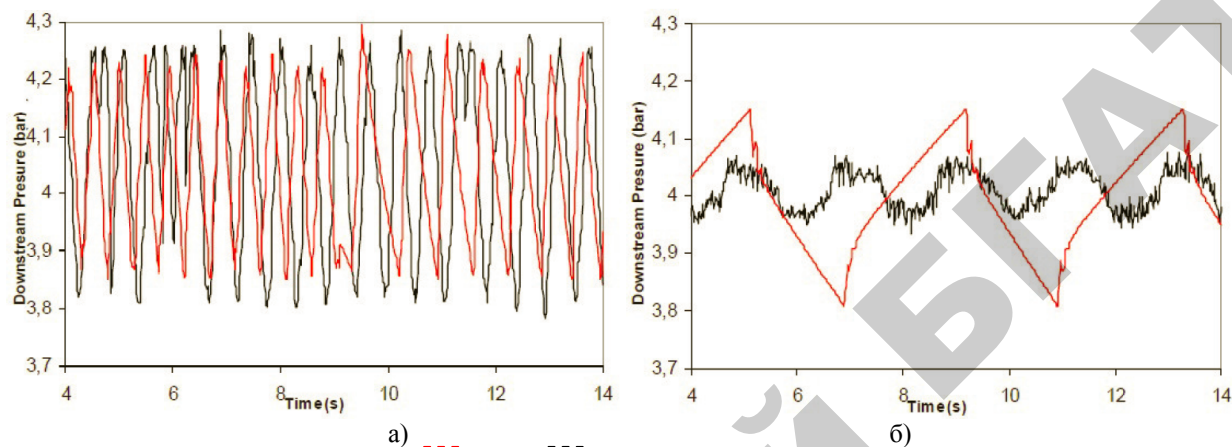


Рисунок 3 – Результаты расчетов и измерений давления на выходе при использовании разных управляемых объемов: а)  $V = 0.01 \text{ м}^3$ , б)  $V = 0.08 \text{ м}^3$ .

**Вывод.** Разность значений, полученных экспериментально, при больших расходах (рис.3 б) существенна и объясняется поведением потока рабочей среды в регуляторе на выходе. Значения амплитуды движения потока, при большем рабочем объеме, изменяются не так существенно. С помощью моделирования поведения рабочей среды в регуляторе и на выходе из него, возможно оценить величину быстродействия исследуемой системы, возможные отклонения от установленных диапазонов регулируемых величин и достичь устойчивого положения рабочих органов в механических системах, управляемых посредством пропорциональных регуляторов. Выбор рациональных параметров регулятора давления дает возможность обеспечить эффективную работу функциональных модулей упаковочных машин.

### Список использованной литературы

1. Barbagli F, Prattichizzo D and Salisbury J (2005) Modelling and controlling the compliance of a robotic hand with soft finger pads. In: Proceedings of the first workshop on multi-point interaction with real and virtual objects, pp. 125–137.
2. Dawson B. Comparing floating point numbers [Электронный ресурс] – Режим доступа до статті: <http://www.cygnus-software.com/papers/comparingfloats/comparingfloats.htm>.
3. Свербилов В.Я., Макарьянц Г.М. Аналитическая модель автоколебаний плоского предохранительного клапана // Изв. Самар. науч. центра РАН, 2010. Т. 12, № 4. С. 252–256.  
Володин С.А., Мирончук В.Г. Анализ систем трубопроводного транспорта сахарных заводов с элементами автоматического регулирования// Автоматизация технологических і бизнес-процесів Volume 7, Issue 4 /2015 – Режим доступа: [www.journal-atbp.com](http://www.journal-atbp.com).

УДК 664.1

Гусятинская Н.А., доктор технических наук, профессор, Нечипор Т.Н.,  
Тетерина С.Н., кандидат технических наук, доцент,  
Пенчук Ю.М., кандидат технических наук, доцент  
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

## ВЛИЯНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ДИФфуЗИОННОГО СОКА

**Введение.** Сахар как сырье используется многими отраслями пищевой промышленности. С целью повышения качества белого сахара следует проводить не только систематический технологический, но и микробиологический контроль на предприятиях сахарной промышленности.